

CHAPTER 21

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

Jorge Broggi R.
Lima, Peru

Por cientos de kilómetros la asfaltovía Panamericana Roosevelt recorre nuestro litoral, sucesión alternada de acantilados rocallosos con otros areno-arcillosos o de grava compacta alternando con playas en su mayor parte o de grava suelta o sea guijarros.

El viento sur dominante, llamado Virazón por los marinos, es poco perceptible en las mañanas y particularmente intenso en las tardes, con ráfagas de velocidades que llegan a pasar 5 m/s. (metros por segundo), viéndose entonces que extrae la arena seca de las playas para llevarla tierra adentro hasta centenares de metros sobre el nivel del mar, invadiendo en su camino poblados y vías de comunicación con acumulaciones a veces masivas o sea de dunas eólicas, que dificultan y encarecen el transporte y la vida de los pobladores pues caminos, vías férreas y pueblos quedan parcialmente sepultados en forma tal que solo a fuerza de brazos se logra descubrirlos pues las dunas extienden su pesado manto de muerte y desolación desértica a grandes sectores de nuestra Costa o sea playas y aéreas inmediatas.

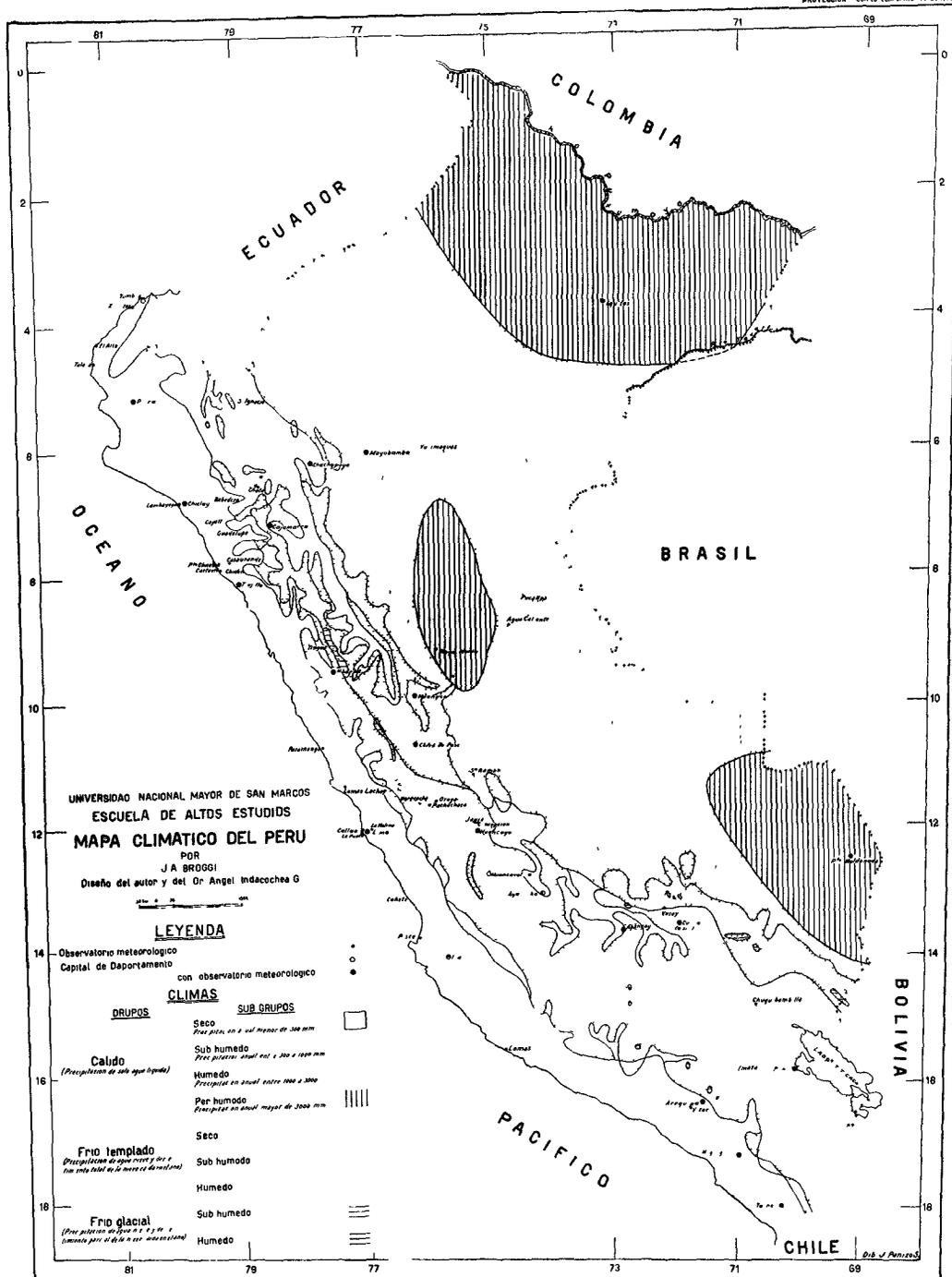
A la latitud de Lima no es menos visible este panorama que estudiamos en un deseo de encontrar soluciones generales que hagan la actividad humana menos azarosa y se facilite con ello el desarrollo de nuestras vitales industrias. Solucionar el problema de la migración eoloarenosa, es pues dar salida segura y barata a los principales productos de nuestro comercio y facilitar la vida de los transeuntes y poblados en general.

El valor de nuestras observaciones no deja de tener carácter universal, pues al margen de muchos mares y lagos del Orbe, se ofrecen fenómenos similares a los que ocurren en nuestra extensa Costa, siendo muchos los países que se interesan por eliminar las dificultades que causa el movimiento de las arenas por el viento, porque tal migración afecta donde quiera las actividades del hombre.

Es así, como observé fenómenos parecidos a los nuestros en la Bahía de Arcachón (Francia) (Golfo de Biscaya) donde quedamos sorprendidos al constatar que paralelamente a la playa se elevaban grandes dunas costeras, que se podían seguir con algunas soluciones de continuidad por donde la invasión arenosa ofrecía un ancho de 3 á 10 kilómetros. Allí el movimiento en masa de las dunas, o transporte masivo, se hace a veces con una velocidad hasta de 30 metros por año amenazando destruir los bosques artificiales de pinos adya-

COASTAL ENGINEERING

PROYECCION Conforme de Lambert



Mapa Climatico del Peru

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

centes a la playa y que se han sembrado para ponerle atajo en su avance desolador. (1)

Otra importante área localiza también a lo largo de la Costa Báltica Alemana, donde una pequeña villa fué sepultada por arenas el año 1839 y desenterrada solo en 1869.

No siempre, sin embargo, la migración eoloarenosa en el Continente es totalmente perjudicial, pues como puede verse a 24 kilómetros al sur de Lima (contados de la Plaza de Armas) una industria de ladrillos calcáreos, dá nueva vida a la construcción civil, utilizando como materia prima la arena eólica acumulada en la base del cerro Lomo de Corvina, en la playa de Conchán, entre el Morro Solar y Lurín. También las arenas tienen valor como componente principalmente mecánico de las tierras arables muy arcillosas, al volverlas porosas y airables como desde medio siglo atrás se usan de antideslizante para las locomotoras que trafican en zonas lluviosas andinas, así como material de construcción mezclado a cal y cemento; y por último para filtrar agua y también de abrasivo.

En suma, el estudio que hemos realizado, no solo tiene pues valor científico, didáctico, sino eminentemente económico y de aplicación inmediata a la actual cultura en sus diversos aspectos, pues descubre fenómenos antes desconocidos pero que han tenido influencia decisiva en nuestra civilización pretérita y aún la tienen en la actual.

CAPITULO I

GEOGRAFIA DE LA PLAYA SANTA ROSA

UBICACION E HISTORIA DE LA PLAYA SANTA ROSA

Esta playa arenosa que ubica al sur de Ancón, es la pequeña parte también meridional de la conocida Playa Grande, de ella separada por un pequeño morro al cual se llama C° Santa Rosa; ver en el plano al 20 000 publicado por el Instituto Geográfico Militar a base del relevado fotográficamente por el Servicio Aerofotográfico Nacional a solicitud y costo del Instituto Geológico del Perú (véase Anexo N° 1, Lám. 1)

La zona que hoy lleva el nombre del Balneario Santa

(1) Sobre este problema y otra de las costas véase:
Johnson, Douglas Wilson.- Shore processes and shoreline development, 1st Ed. pp. 584, 1919.

COASTAL ENGINEERING

Rosa, ha sido ocupada por el hombre desde los tiempos preincas, pues la existencia de extensos y profundos conchales con restos de cocina y cerámica primitiva, lo acredita; pero hace tan solo 5 años que la empresa particular The Peruvian Trust Company hizo un camino con pavimento de concreto desde la Autovía Panamericana o Roosevelt Norte, tres piscinas, calles, campo de golf y todo un balneario deportivo.

ACCESIBILIDAD

Del km. 36 de la Plaza de Armas de Lima siguiendo la actual asfaltovía Roosevelt Norte, sale el ramal pavimentado de concreto de 1000 m. de longitud hasta la Playa de Santa Rosa, el que después de ascender 50 m. (verticales) hasta un pequeño portachuelo con arco ojival de concreto a mayor nivel del cual se han instalado tanques de agua potable bombeada desde la margen cultivada del valle de Chillón en Puente Piedra y baja por el nuevo balneario por cerca de 2 km. hasta el mismo Océano Pacífico.

CLIMATOLOGIA

Según la clasificación termohidrológica de J.A. Broggi (1947) la zona se halla en el área de Clima Seco (CS) con menos de 300mm. de precipitación anual de sólo agua líquida que califica normalmente toda nuestra costa desde la frontera con el Ecuador hasta la frontera con Chile.

Ofrecemos como Anexo N°2 los cuadros de observaciones meteorológicas realizadas por los técnicos de la ya citada empresa urbanizadora de Santa Rosa y control de la Dirección de Meteorología del Ministerio de Aeronáutica y que dan idea de algunas particularidades climáticas principales del lugar.

VIENTOS, ARENAS Y DINAMISMO DEL MAR

La aridez del clima de Santa Rosa, los vientos de mar a tierra o virazones, cuyas velocidades al nivel del suelo exceden a veces 5 m/s y la existencia de una extensa playa arenosa, son condiciones que favorecen el eolismo o sea un régimen en que la acción mecánica del viento determina la morfología superficial con montículos de arena o dunas que ascendiendo las cumbres circundantes setentrionales descienden a la conocida Pampa de Ancón.

Dada la predominancia del viento marino, particularmen-

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

te fuerte en las tardes de Noviembre a Mayo, las formas dunáceas revelan en sus sombras y convexidades barcanoides la consistencia de su dirección media S-N.

Como Santa Rosa es solo la parte meridional y algo abrigada de Playa Grande, separada de ella por el Morro de ese nombre, el oleaje de alta mar dominante (tumbos) no incide perpendicularmente sino a la parte de la playa situada al N del Morro lo que significa un oleaje generalmente más reducido en altitud y violencia en su rompiente de Santa Rosa. Esto no quiere decir que a veces bravezas de origen lejano puedan presentarse siendo particularmente las del NW (ocurrida por ejemplo hace 3 años y que destruyó el rompeolas de piedra cuya construcción se iniciaba en la parte sur de la ensenada de Santa Rosa) las que son más temibles porque no hay abrigo para ellas.

El carácter abierto de la bahía nos dá un régimen normal de mareas semejante al de casi toda nuestra Costa Central y cuyas características se conocen, pues se ha determinado su amplitud máxima de sicigias que ocurre dos veces cada 24 horas, y que es de 2.6 piés (1) en el Callao, lo que daría para Santa Rosa cerca de 2.5 piés ó sea 76.2 cm. de máxima y media anual de solo 57.9 cm.

En lo que respecta a oleaje normal, debemos anotar que el dominante de altamar tiene dirección SSW por lo que al quedar la Playa de Santa Rosa abrigada en parte por el macizo de Piedras Gordas, es sobre todo intenso en Playa Grande, que está más al N. donde las olas inciden con una rompiente inicial que frecuentemente pasa de un metro y que con la inclinación media de la playa arenosa de 3° de lugar a que simultáneamente avancen varias olas rotas y que el área de ella expuesta al viento tenga un promedio de 11 m. de ancho entre alta y baja mar con oleaje normal.

CAPITULO II

VIENTOS

DE LOS VIENTOS EN GENERAL

A toda masa de aire en movimiento se le dá el nombre de viento y de acuerdo con los caracteres de su dinamismo local,

(1) Tablas de mareas.- Ministerio de Marina. República Peruana.
Servicio Hidrográfico.- 1958 y 1959.

COASTAL ENGINEERING

Se clasifica en relación al medio terrestre sobre el cual discurre; pero también es de importancia conocer su temperatura, humedad y sobre todo su carácter pulsátil o rafagosidad en relación al transporte eólico porque es con las ráfagas que este tiene importancia.

DE LOS VIENTOS EN SANTA ROSA

Desde tiempo atrás en los observatorios meteorológicos se mide solo la dirección de la componente horizontal y velocidad del viento en el aerorozocalo o parte inferior de la atmósfera (20 M. o verticales inferiores) en contacto con la litósfera o la hidrósfera; pero los anotados por la empresa Urbanizadora Santa Rosa (Anexo N° 2), omiten sensiblemente su dirección. Con el anemógrafo Lambreth, de que hemos dispuesto por préstamo bondadoso de la Dirección General de Meteorología, se han podido obtener con todo direcciones horizontales en algunos días correspondiente tanto a un punto medio entre la playa y el abra de entrada a la Urbanización, como en el mismo malecón de la playa en los puntos señalados en el plano con las letras M y P.

De una manera general podemos decir que se conoce poco de los vientos en el aerorozocalo peruano y menos en altitud. La Capital de la Republica es el sitio donde se han investigado más; "pero aún falta mucho por conocer de su estructura mecánica detallada" aún de los dominantes en sus 3 M. (inferiores sobre el suelo) que para los efectos de nuestro estudio son los más importantes.

Habiéndose fijado nuestra atención en la estructura fina de este estrato basal, hemos podido observar que los vientos horizontales varían mucho de intensidad en cortos intervalos y que son precisamente los momentos en que su velocidad aumenta o de ráfagas, que el transporte de arena reviste mayor importancia. Es así como se vé con frecuencia en corta fracción de minuto que la arena es transportada en suspensión, o sea flotando en olas, entre las cuales hay períodos hasta de calma casi absoluta de duración mucho mayor.

A este respecto reproducimos el siguiente párrafo de la obra de K. Middleton and Spilhaus (3).

"Besides speed and direction, a third characte-

(3) W.E. Knowles Middleton and Athelstan F. Spilhaus: Meteorological Instruments, 3rd. Ed. revised-University of Toronto Press, p. 136, 1953.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA
PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

"ristic of the wind is of importance in meteorology. The flow of air over the ground or over the sea is not smooth, but turbulent; and the degree of turbulence may be indicated by a quantity known as the gustiness. At least six definitions have been suggested for this quantity; that used by English authors (2) is convenient for use with the records of many anemometers. It is

$$(6.1)...G = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\text{mean}}}$$

"The value being taken over a period of 10 minutes.
"It is comparatively easy to build an instrument which will make some sort of record each time the wind speed changes by one unit (e.g., 1 mile per hour). Given such an instrument, a useful measure of gustiness would be the number of times per hour that this change takes place. In symbols

$$(6.2)...G = \frac{AV}{T}$$

"Note that the direction of the change does not matter.....

"(2) See for example, F.J. Scrase, Geophys Memoirs N° 52 (London Meteorological Office 1930)."

El malogrado Dr. Angel Indacochea G., que actuó como Secretario del Comité Geofísico del Año Geofísico Internacional 1957-58, acompañó como asistente a mi señor padre en el problema de medir y estudiar los vientos en nuestra costa con un anemógrafo Lambrecht (Göttingen) que, adaptado a una pequeña torre portátil de acero Dexion de 2 M., le dió registros del 17 de Marzo de 1958 al 5 de Abril en la parte central de la Urbanización Santa Rosa (punto P de Láminas del Anexo N° 1) y en el Malecón de la misma playa, del 9 al 24 del mismo abril (punto M). de los cuales obtenemos las siguientes conclusiones:

1) Los vientos dominantes en todo el sector de Santa Rosa vecino a la playa, son del S con desviación al SW durante las tardes en que su intensidad aumenta y al SE por las noches en que disminuye.

COASTAL ENGINEERING

2) Las mayores velocidades, se han registrado después del medio día hasta el anochecer con ráfagas hasta de 25 m/s y por pocos segundos solamente.

3) Desde la media noche, las velocidades son generalmente mínimas y del SE, llegando hasta la calma absoluta a las 9 ó 10 de la mañana en que comienza a soplar el viento del SW.

4) Con la modificación del anemógrafo Lambreth a velocidades de giro del tambor registrador diez veces mayor que la de fábrica, se obtuvo, en períodos de más de tres minutos de duración total, promedios hasta de 10 m/s durante los cuales se anotaron picos de 25 m/s.

Las ráfagas diurnas fueron visiblemente acompañadas de fuerte migración arenosa en la playa y a no más de 25 cm. de altura, que tierra adentro excedía de un metro cuando la turbulencia crecía y se producían visibles remolinos.

Los registros de la playa (M=malecón), rara vez tuvieron picos de 10 m/s; pero en los sitios de mayor altitud, las ráfagas pasaron con frecuencia de esa velocidad.

5) Por fuerte transporte salino (por atomización del agua de mar), tuvo que eliminarse previamente por barbotaje en agua pues la sal marina en suspensión en aire que ingresaba al anemógrafo obstruía el instrumento.

De todo esto se deduce, que es de gran valor continuar las investigaciones de rafagosidad, estudios que deben extenderse a la superficie del mar y continente adentro, pues tan pronto como en los desiertos produce fuerte acarreo de arena origina en el mar corrientes superficiales y de fondo, que tienen gran importancia como transportadora de sedimentos. En Pisco estas virazones son llamadas paracas y causan hasta naufragios de pequeñas embarcaciones a vela y notable acarreo de polvo y arena por decenas de kilómetros.

Como no se ha observado estrecha relación entre las diferencias de temperaturas de mar y tierra con los vientos, como entre la dirección de estos y la línea de playa o sea su angularidad, creo que se impone un estudio más profundo de las virazones o vientos dominantes del mar (S y SW). Se ha podido constatar, con todo que las virazones son más intensas cuando desaparece el conocido "banco de nubes", lo que se explica porque estos estratos bajos son barridos por vientos originados en capas altas de la atmósfera.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA
PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

CAPITULO III

ARENAS

Definición.- Entre los sedimentos acuosos o sea depósitos granulares con poca adherencia entre sus partículas, está la arena, cuya definición y diferenciación se hace por las dimensiones de sus granos que varían, según la mayor parte de los geólogos y petrólogos, entre diámetros de 2.5 mm. y 0.05 mm. (4)

Origen.- Por su constitución de fragmentos cristalinos se puede decir que derivan de la desintegración de rocas de tal carácter, pudiéndose afirmar que primariamente lo son de ígneas o metamórficas, pero que también pueden provenir de sedimentarias particularmente detríticas poco cementadas. Muchos autores creen que al hallarse en las playas fuertes acumulaciones, las arenas se forman en las rompientes como resultado del embate de sus aguas sobre las rocas o fragmentos rocosos de las orillas; pero tan solo se puede ver trituración cuando el oleaje desmenuza las conchas adheridas a peñascos. Por felicidad ya son pues pocos los geólogos que consideran esta acción mecánica como la causante principal de su formación.

Es evidente que las arenas se producen principalmente por la acción fisicoquímica primera del intemperismo atmosférico, que desintegra los elementos cristalinos de las rocas cuya resistencia es muy variable dando como resultado un sedimento granular incipiente. Las aguas de escorrentía transportan después sus granos, en un principio angulosos y más tarde de aristas redondeadas, hasta el mar en donde se verifica su transporte con selección dimensional simultánea por corrientes marinas de fondo para ser llevadas a las rompientes y formar playas arenosas o sea acrecencias continentales con terrazas playeras a nivel superior a las de las más altas mareas.

De las arenas playeras y eólicas en general.- Bastante diferente es el comportamiento fisicoquímico de un grano de arena bajo el agua que bajo el aire; pero cabe, a primera vista, distinguir el mecánico, pues al tener que yacer en un medio cuya densidad se aproxima a la propia, su resistencia al movimiento del fluido en que yace, tiene que ser menor que ba-

(4) Véase p. ej: F.H. Lahee: Field Geology p. 34 y siguientes. Ed. 1941 como W.C. Krumbein and Pettijohn: Manual of Sedimentary Petrography.

COASTAL ENGINEERING

jo la atmósfera cuya densidad es relativamente pequeña.

Siendo la playa la parte de la litósfera que sufre la periódica invasión del agua de las rompientes, los granos de arena que a ella convergen del mar o del continente, tienen que estar sujetos a un cambio constante de medio y por lo tanto de adhesión a granos colindantes. Una arena húmeda bajo el agua es diferente que bajo el aire. En ambos casos el fluido se interpone entre sus granos, pero dá a la arena propiedades distintas. Complejo es el caso de que esta impregnación de agua de mar, por ejemplo, esté en proceso de desaparecer por evaporación en la atmósfera libre, pues entonces se produce la adherencia de sus granos no solo por el agua sino por los sólidos que tiene en solución. Estas arenas no son pues propiamente eólicas sino están secas, proceso que lento y varía con el viento, temperatura y humedad del ambiente subaéreo tan tornadizo.

Secas o casi tales, las arenas playeras están entonces constantemente expuestas a la deflación o sea al fenómeno geomorfológico de desgaste en masa por el viento que constantemente se lleva sus granos superficiales y en proceso dinámico ocupa áreas netamente continentales.

Las playas de Santa Rosa y vecinas, nos muestran estos fenómenos, que pueden y deben ser objeto de una investigación fisicoquímica más exhaustiva.

Las arenas eólicas, entendiéndose por tales las que aparentemente no poseen adherencia entre sus granos por tener sus poros ocupados solamente por aire, se extienden pues a casi la totalidad de nuestra Costa, excepción de su extremidad norte donde la precipitación atmosférica es considerable (Tumbes). Su coloración de tierra es general en grandes masas, siendo oscura cuando dominan los granos de magnetita y clara cuando lo hacen feldespatos o el cuarzo lechoso. En lo que respecta a dimensiones de granos diremos que son de grano grueso cuando están en áreas abiertas donde los vientos son fuertes; y fino, o sea casi loess, cuando los vientos son solo débiles como en las quebraditas abrigadas y en la parte de la zona climática de Lomas al llegar a las altitudes máximas de invasión de las virazones.

En Santa Rosa y Playa Grande las arenas cubren siempre las pendientes que miran al mar hasta transmontar las cumbres que no exceden 300 M y llegar continente adentro, a altitudes en donde domina el "Banco de stratus de la Costa" que cubre las "Lomas" en invierno y buena parte del otoño y primavera.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

La humedad salina de las vecindades del mar, solo permite en la playa el crecimiento espontáneo de una que otra planta de hojas carnosas como de *sesuvium* y más lejos, de las resistentes *tillandsias* y *musgos* con cactáceas (5). Es esta la vegetación espontánea más visible. La irrigación con aguas dulces, al disolver el cloruro de sodio, favorece el crecimiento de vegetación netamente continental. Como las arenas son originadas mayormente por la desintegración de las rocas granodioríticas de las vertientes occidentales de los Andes (6) y llevadas al océano para migrar en buena parte hacia las playas por corrientes marinas de fondo y de allí, por las virazones, volver al continente en ciclo cerrado que tiene por teatro el litoral, no se diferencian mucho en su naturaleza mineralógica y solamente se nota cierta selección dimensional como resultado de la acción mecánica clasificadora de los flúidos que la transportan según su velocidad.

En apoyo de esta afirmación, podríamos transcribir la que expresa el destacado geólogo suizo Amstutz (7) profesor en Rolla, Missouri, en una última contribución sobre "Las arenas de las barcadas del Sur del Perú", en que ya menciona a mi señor padre (J.A. Broggi. 1952) en estudio anterior suyo sobre su origen en las rocas granodioríticas del Superbatolito Circumpacífico. Dice así:

"The mineralogic composition is: quartz, some
"felspar and some biotite, augite and hornblende.
"The percentage of these minerals changes from
"one barchan to the nex and also from one part of the
"barchan to another part. Crests of secondary wa-
"ves are often darker, containing a larger number
"of dark minerals or (i) exhibiting a horizontal
"lineation of the dark platy or lathy minerals,
"whereas the valleys are lighter, due to less ma-
"fics or (j) a vertical orientation of the mafics.
"The sands most probably originated from granites
"and decitic volcanics outcropping at the southern
"of the desert".

-
- (5) Weberbauer, A.- El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos, pp. 776, 1945.
(6) Broggi, J.A.- Migración de las Arenas a lo largo de la Costa Peruana, pp. 25, separata de Bol. Soc. Geol. del Perú. T. XXIV (Vol. Unico). 1952.
(7) Amstutz G.C. y Raimundo Chico.- Sand size fraction of South Peruvian barchans and a brief review of the genetic grain shape funtion; separata of Bull. Ver. Schweizer Petrol Geol. u Ing. Vol. 24, Nr 67, S 47-52, Fig. 28, February 1958.

COASTAL ENGINEERING

Aunque la poca variabilidad de constitución mineralógica de las arenas, no ha estimulado su análisis mineralógico detallado, lo dicho por Amstutz es suficiente para reconocerla a grandes líneas.

El peso específico de las arenas varía además bastante, siendo mayor cuando está húmeda (8). La arena de las barcanas es superficialmente más húmeda con el rocío de las mañanas, desecándose a medida que el sol y el viento se intensifican. Cuando está húmeda es algo coherente, coherencia que se pierde con su desecación al viento y sol.

La constitución granular de dos muestras de arena eólica recogidas en un frasco de boca ancha, colocado en el suelo y contra el viento por mi señor padre en 1952, en la playa de Santa Rosa, y analizadas en el laboratorio del Cuerpo de Ingenieros de Minas, por el químico Walter A. Solis, fué la siguiente:

ANALISIS GRANULOMETRICO

Muestra		Nº 1			Nº 2		
Malla Nº	Lado de la malla en mm.		Peso			Peso	
		Parcial %	Acumulado %		Parcial %	Acumulado %	
+ 48	0.295	-- 17.1	17.1	--	0.1	0.1	
+ 65	0.208	-- 35.0	49.0	--	9.7	9.8	
+ 100	0.147	-- 20.4	69.4	--	38.2	48.0	
+ 150	0.104	-- 24.7	94.1	--	47.4	95.4	
+ 200	0.074	-- 4.7	98.8	--	4.1	99.5	
- 200	0.074	-- 1.2	100.0	--	0.5	100.0	

(8) En experiencia de laboratorio con arena desecada de Santa Rosa, hemos observado un incremento de volúmen de solo 1.85 % por 25 % de peso cuando se satura de agua o sea un incremento de peso específico de más de una quinta parte.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA
PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

Un promedio de la constitución química según análisis del mismo químico, fué:

Insoluble en H Cl	77.50%
Fe ₂ O ₃	5.68%
Al ₂ O ₃	2.50%
Ca O	2.36%
M _g O	1.05%
Cl Na	5.30%
	94.40%

CAPITULO IV

TRANSPORTE DE ARENAS POR EL VIENTO

Del transporte de arenas por flúidos en general.- El transporte por el viento no es sino un caso particular del transporte por los flúidos, sobre los cuales la bibliografía es muy nutrita, tanto en la parte teórica como experimental. Con todo el problema es tan complejo, que falta aún mucho por conocer.

Recomendamos por hoy las obras clásicas de Bagnold (9) sobre Neumodinámica y de Rubey (10) Hjulström (11) sobre Hidrodinámica. Ambas dejan ver las complicaciones del movimiento de flúidos en movimiento sobre sólidos fragmentados. "Boundary Layer" "Bottom Layer" son vocablos aplicados a la zona limítrofe entrambos, en la cual tanto las partículas del flúido como del sólido tienen movimientos complicados como son los laminares y turbulentos en caso de líquidos y de arrastre, rodamiento, saltación y flotación de gases como el aire. Bagnold da énfasis a la saltación, la que a nuestro modo de ver se produce solo cuando hay turbulencia del flúido.

(9) Bagnold. R.A.- The physics of blown sand and desert dunes: 1941. Reprinted 1954.

(10) Rubey, William W.- The force required to move particles on a stream bed. U.S. Geological Survey. Professional Paper 189 - Ed. 1938.

(11) Hjulström o Hjulstroem, Filip; Bull. Geological Institution of University of Upsala. Vol. XXV, pp. 223-525, 1934-35.

COASTAL ENGINEERING

Hjulström dice: (op. Cit. p. 328)

"The current and other physical conditions prevailing in the lowest zone of a river, are extremely complicated, and have defied every effort to make a fairly exact description. They are presumably very variable.

Y mas adelante (p. 331-332), al tratar del transporte, dice:

"A factor that renders it more difficult to understand the conditions in the bottomlayer and also the velocity distribution as well as the whole transportation of solid material, is the imperfect knowledge of transportations mechanics.- The writer has previously made a difference between the transportation of bed-load and suspended material, and in Chapter II transition stage, saltation, has been mentioned. The transportation of the bed-load may, however, be effected in still more way. GILBERT (1914) has further explained these ways in his admirable book on transportation of debris by running water. He at first makes a difference between movement of individual particles and collective movement. In the movement of individual particles "sliding" is a negligible factor. The roughness of the bed causes particles that retain contact to roll - Rolling is the mere prelude to saltation". (op. cit. p. 26). Saltation or jumping was caused by the hydrodynamic upthrust, but of course the vertical velocities of the turbulence are also rather important at least in the toplayer of the saltation zone where a transition to suspended matter exists.

" Individual particles in bed-load thus move in one of the following ways:

1. sliding
2. rolling
3. saltation

" Transportation by rolling may easily be effected without saltation, especially of mixed debris. On the other hand saltation would not appear usual otherwise than in connection with the transition state, rolling.

" There is perhaps more of a graduation difference than a species difference between the transportation states mentioned. And also when sliding and rolling the grains are forced to lose contact with the bed for

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

"very short distances; these little jumps increa-
sing in length, we get a transition to saltation".

Se deja pues comprender la falta de conocimiento funda-
mental sobre las energías puestas en juego para la traslación
de cada grano de arena desde sus lugares de reposo.

Krumbein y Pettijohn (12) expresan además:

"One of the fundamental principles on which mecha-
nical analysis is based, is that small particles
will settle with a constant velocity in water or
other fluids. It is universally true that small
particles reach this constant velocity in a fluid
medium as soon as the resistance of the fluid
exactly equals the downward constant force (gravi-
ty) which acts on the particles. In general the
settling velocity of the particle depends on its
radius, its shape, its density, its surface textu-
re, and the density and viscosity of the fluid. A
number of mathematical expressions have been deve-
loped to show the relations among these factors
some based on empirical grounds and others on theo-
retical grounds. Several of these laws will be
discused in varying detail, depending upon their
applicability in mechanical analysis".

Pero tratándose de la traslación eólica de varias partí-
culas de arena y no de una sola, cabe agregar otro factor no
mencionado por los tratadistas, tal es el de incorporación en
ellas de líquido que le dá adhesión o coherencia a sus granos.
En el caso de las arenas y el agua, este penetra en sus poros
y actua como de débil cemento, por lo que es bien visible el
diferente comportamiento en masa, cuando húmedas o secas, pues
la mayor o menor humedad que las impregna es factor decisivo
en disminuir o aumentar su migración. Cuando saturadas, se
comportan pues más como conglomerado granular que como sedi-
mento detrítico o sea más como un arenisca que como simple
arena suelta (eólica).

La forma como se acomodan los granos de arena al sedimen-
tarse, tiene también influencia aparte de su forma individual.
Experiencias realizadas en el laboratorio por mi señor padre,
muestran que al dejar caer arena suelta dentro de una probe-
ta, su volumen se reduce en un 10% al sacudirla suavemente

(12) Krumbein E Pettijohn - Manual of Sedimentary Petrogra-
phy, p. 95; 1938.

COASTAL ENGINEERING

por algunos segundos debido al más estable acomodo de sus granos.

De otro lado, cuando el aire discurre sobre una superficie rugosa como es la de una masa de arena, en el lecho de base se produce una turbulencia microscópica ha sido poco o nada estudiada; pero por lo que se observa en la migración de masas de aire en los desiertos relativamente planos, el mismo incremento de velocidad del viento les dá poder ascensional de sólidos o líquidos sobre los que discurre. En menor escala tal cosa debe ocurrir también cuando el movimiento es aparentemente laminar.

De todo lo dicho, se infiere la complejidad del fenómeno físico de migración de las arenas por dinamismo de los flúidos que discurren sobre ellas, en mayor proporción cuando se trata del aire cuya movilidad molecular es tan grande en relación al agua.

CAPITULO V

MEDIDA DEL TRANSPORTE DE ARENAS POR EL VIENTO

Introducción.- Dada la complejidad del transporte eólico y las grandes dimensiones del ambiente geológico en que tiene lugar en los continentes, la medida integral de la cantidad de arena transportada por el viento es difícil de lograr con exactitud, pues o bien el lecho de fondo en la superficie del suelo se desliza por arrastre y rotación cuando el viento es muy suave, como puede ser llevado saltando y flotando en el aire. En ambos casos extremos escapa a la observación y mensura instrumental en buena proporción.

Sin embargo, como en nuestra costa es visible que nuestros vientos rara vez lleguen a velocidades mayores de 10 m/s. el transporte se hace normalmente flotando o saltando a alturas de no más de pocos centímetros sobre el suelo con simultáneo arrastre y rotación por el suelo. Como aparentemente casi la totalidad tiene lugar por baja saltación y flotación, en nuestro deseo de llegar a conclusiones numéricas de valor, siguiendo las indicaciones de mi Sr. Padre y su técnica para tal fin, acometimos en Santa Rosa la tarea de medir la cantidad de arena extraída por el viento en esa playa de egresión arenosa (13) más como un medio de evidenciar tal fenómeno que

(13) Broggi. J. A.- Op.cit., 1952

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

de llegar a obtener guarismos precisos de las masas transportadas puesto la escasez de recursos económicos de que dispusimos hizo incompletas nuestras investigaciones.

A lo largo de nuestra Costa, la egresión arenosa eólica de la gran mayoría de playas, es un fenómeno evidente. Extensas áreas arenosas, casi planas, frente al mar como las de Conchán. Playa Grande y Ventanilla en las proximidades de Lima y a un nivel de solo pocos centímetros sobre el de las más altas rompientes (salvo del oleaje de maremotos y muy grandes bravesas) no tienen otra explicación. En esas áreas, se originan lo que mi padre ha designado chiflones arenosos (14) o sea cadenas o cursos alargados de barcanas que por kilómetros ascienden y descienden las bajas estribaciones andinas obedeciendo al dominante viento Sur llamado virazón. Son pues el equiverso de los pótamos, que por gravedad van de arriba hacia abajo; y **si bien** es difícil estimar numéricamente el transporte integral de sedimentos acuosos por dificultad de conocer a fondo las modalidades de su transporte, cuando más no ha de ser el producido por un fluido tan liviano como el aire, cuyas corrientes llenas de turbulencia varían tanto horizontal como verticalmente a través del tiempo, llevando los sedimentos finos de abajo hacia arriba.

La apreciación geológica integral subjetiva, tan sugerente, llevó a mi Sr. Padre a obtener una apreciación cualitativa del eolismo en las costas desérticas arenosas de nuestro país; pero en esta tesis, usando su técnica e instrumental en Santa Rosa, hemos logrado los resultados cuantitativos que pasamos a exponer.

Arenómetros.— Por varios años y persiguiendo mi Padre la mensura de la cantidad de arena transportada por el viento, diseñó instrumentos sencillos que llamó arenómetros.

El principio físico en que se fundan, es el de provocar la sedimentación o caída por gravedad de los sólidos en suspensión o saltación en el aire, mediante la intercepción de un receptáculo sin escape que obligue al aire a estar en reposo. Esto lo obtuvo mediante vasijas con una sola abertura o boca, en cuyo interior era visible la deposición de la arena eólica en el colchón de aire de su fondo en condiciones de ser pesada. Después de varias experiencias, logró decidirse por los ordinarios tubos de prueba inclinados 45°, los que colocados boca al viento, no solo dejaban entrar la arena flotante sino la que saltaba. La que se arrastraba o rodaba era imposi-

(14) Broggi. J. A.— Op. cit. p. 10

COASTAL ENGINEERING

ble medirla; pero es aparente que solo en débil porcentaje escapaba a la mensura pues llegaba a saltar y flotar con la acción continuada del viento.

Aunque en un principio mi padre usó un tubo de prueba, la necesidad de conocer la migración en altitud sobre el suelo con algún detalle, lo llevó al diseño de los arenómetros que denominó de Zócalo (BZ) y de Altitud (BH) que se muestran en el Anexo N° 3. Consistían ambos en una superposición de tubos de prueba en contacto en el BZ y separados a distancia no menor de 10 cm. en el BH. En la práctica se observó que solo cuando el nivel de la arena en el interior de cada tubo pasaba de 1 cm. de la boca, la turbulencia la extraía hacia afuera; de otro modo quedaba inmóvil en su interior.

Como cuando las velocidades del viento que exceden de 5 m/s. es visible la saltación y suspensión de los granos de arena y tal velocidad adquiere el viento cuando discurre más fácilmente sobre las pistas asfaltadas en donde la fricción de las capas del fluido con el piso disminuye, se ven entonces con claridad sobre el fondo negro del asfalto las trayectorias que siguen los granos que flotan y que nunca son líneas rectas horizontales o verticales, sino irregulares y más bien helicoidales con ángulo de tangencia de 5° a 10° solamente con sus ejes o sea hélices muy alargadas y de eje también curvilíneo irregular. Con estas trayectorias los granos de arena entran fácilmente a los tubos de los arenómetros cayendo en su fondo. Como la base de todo arenómetro se coloca horizontalmente en la arena del suelo y los tubos orientados a sus rizaduras, se logra recoger en ellos la mayor parte de la arena visiblemente transportada por flotación y también entra la que salta.

Con el fin de que el arenómetro recoja al máximo la arena que salta, se ha procurado que la del suelo cubra su soporte-base hasta un nivel medio tangente inferior a la boca del tubo más bajo del arenómetro, lo que se logra excavando en el suelo arenoso algo ondulado la depresión consiguiente. El Anexo N° 3 exhibe fotos de dicho arenómetro en acción en Santa Rosa.

Como entre tangente y tangente inferior hay un desnivel de una boca de tubo hay un desnivel de 2.12 cm. en el arenómetro BZ (Broggi de Zocalo) el tubo N° 2 queda a esta altura sobre el suelo si el N° 1 es tangente a él.

Con el fin de obtener datos numéricos del transporte en altitud mayor, es que construyó mi padre el arenómetro de 2 m. que llamó BH o de Altitud, con huecos cada 10 cm. para colo-

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

car en ellos los tubos de prueba inclinados 45° como se ve en fotos del mismo Anexo 3.

Estimaciones.- Después de haber colocado los arenómetros el tiempo adecuado bocas libres al viento, se retiraron cubriendo los tubos con los mismos tapones de jebe provistos de las numeraciones necesarias para reconocerlos al ser pesados sus contenidos arenosos en el laboratorio.

Muy conveniente es conocer la proyección, en plano vertical, de la boca de cada tubo, puesto que consideramos en promedio horizontales las trayectorias de los granos de arena que saltan o flotan en el aire, constituye dicha proyección la superficie efectiva de captación o ingreso al tubo. Fácil es ver, en las ilustraciones del arenómetro BZ, que esta proyección es elíptica con el eje mayor igual al diámetro del tubo y área de 93.83mm² o sea de 11 cm² en cifras redondas. En el Anexo 6 se exhiben los cálculos sencillos que nos llevan a este resultado.

Mensura del transporte eoloarenoso en general.- Las experiencias con arenómetros BZ, las podemos agrupar en 3 tipos reveladores de las modalidades de la extracción (egresión) y transporte de arena por el viento en la playa de Santa Rosa que son:

1) Experimentos con un solo arenómetro BZ, expuestos en orden de fechas (Anexo 4)

2) Experimentos con 3 y 4 BZ en línea paralela a la rompiente en orden de fechas (Anexo 5)

Estos experimentos se pueden considerar como preliminares pero son los suficientemente precisos para arrojar evidencias indiscutibles que constituyen la esencia de esta tesis.

Los del primer grupo, 8 en total. (Anexo 4), son experimentos individuales: 2 en Enero, 2 en Febrero, 2 en Marzo y 2 en Abril de 1958. Como los Instrumentos destinados a medir el viento regional (X) se trasladaron en Febrero de un costado de la Piscina Grande de la Playa de Santa Rosa, al abra de entrada de la Urbanización, no hay datos de ese mes; pero en

(X) Instrumentos suministrados por la Dirección General de Meteorología correspondientes a estaciones de segunda categoría cuyo manejo dejó bastante que desear como se constata por las fallas de observación de Anexo 2.

COASTAL ENGINEERING

los dos días de Enero los experimentos se realizaron cuando el viento regional, considerando ráfagas, era de 6 a 8 m/s (véase Anexo 2: Observaciones Meteorológicas en Santa Rosa). Las mediciones más precisas hechas con anemómetros Fuess a 1.6 m. sobre el suelo al lado de los arenómetros, revelaron que el viento fué más fuerte en el Experimento I que en el II, lo que es visible también en el mayor peso recogido de arena a casi iguales alturas en los tubos 2 y 3 ó 4 y 5 de los arenómetros de ambos experimentos.

En Febrero la mayor cantidad de arena recogida en el Experimento III con relación al IV fué también resultado de la mayor velocidad del viento, pero también de la mayor distancia del arenómetro a la línea mojada de playa (30 m. en vez de 10 m.), lo que permitió mayor área seca de extracción de arena por el viento y cuyo ancho podemos asimilarlo al fetch oceanográfico denominándolo fetch eoloarenoso.

De lo realizado en las 4 primeras experiencias individuales con BZ y confirmado por los 4 siguientes, se puede pues colegir:

- a) que con vientos regionales fuertes, el acarreo de arena es mayor
- b) que cuando es mayor la amplitud de arena seca en la playa o fetch eoloarenoso, es mayor la cantidad de ella extraída por el viento.
- c) que cuando es mayor ese fetch eoloarenoso se forman rizaduras (ripple marks) y mayor es también el acarreo de arena en altitud.

Determinadas las causas de variación en un punto, nos dedicamos a medirla simultáneamente en otros puntos de la playa, en posición paralela a la rompiente, con los resultados que consignamos a continuación:

Variaciones horizontales del transporte eoloarenoso.- Con la finalidad de conocer las variaciones del transporte en frente horizontal y altura del zócalo eoloarenoso, usamos de observaciones simultáneas hasta con 4 arenómetros BZ, las que forman parte del Anexo N° 5, que consigna primeramente los resultados del Experimento N° I con 3 arenómetros expuestos casi simultáneamente durante el mismo lapso a 10 m. de la línea húmeda de playa o sea con + 10 m. de fetch nunca cubierto por el agua del mar durante el período de la experiencia a 30 m. uno de otro. Este experimento se hizo el 26 de febrero de 1958 y como se puede notar en el arenómetro N° 2 o intermedio, la cantidad de arena recogida fué casi la mitad de las N° 1 y 3.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA
PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

Los tubos 7 - 12 no recogieron sino trazas. Esto revela tal vez que la velocidad promedio del viento también era variable en frente horizontal.

Las pequeñas diferencias de tiempo de pocos minutos en los INICIOS Y TERMINOS, se deben a que no hubo ayuda para cubrir y descubrir los tubos de los arenómetros con simultaneidad.

Con el fin de comprobar estas variaciones horizontales, el 28 de Marzo de 1958 colocamos otros tres arenómetros BZ a lo largo de la playa: el N° 1, donde realizamos el Experimento I del Anexo 4 o sea bajando la escalinata de la vereda que conduce a la playa (Anexo 3) inmediatamente a pocos metros al sur; el N° 2 100 m. más al S y el N° 3 a 150 m. más lejos ó sea el extremo meridional de la pequeña caleta de Santa Rosa, los 3 á 20 m. de la línea húmeda de playa. Los resultados se indican en los cuadros respectivos del Anexo N° 5. Como se trata de operaciones simultáneas, quedó demostrada la variabilidad tanto en línea horizontal como vertical del transporte eoloarenoso en el aerózcalo, pues la observación duró cerca de 6 horas. En dicho anexo consignamos el anemograma obtenido con Anemógrafo Lambrecht en las horas de observación (x).

Otro Experimento realicé el 9 de Abril con 4 arenómetros BZ distantes 30 metros entre ellos y a 15 m. de la línea mojada de alta marea del día (Experimento III, Anexo N° 5). Entre los arenómetros 2 y 3 (siendo el 1 el más próximo a la escalinata de bajada a la playa), se midió la velocidad del viento a 15 cm. sobre el suelo con anemómetros de precisión, obteniéndose:

<u>Hora</u>	<u>Velocidad en m/s</u>
1522 -----	4.0
1524 -----	4.7
1526 -----	3.9
1527 -----	3.9
1528 -----	5.0
1529 -----	5.0
1530 -----	4.7
1532 -----	4.0
1533 -----	4.5
1535 -----	4.0

(x) Estos experimentos fueron realizados por el malogrado Dr. Angel Indacochea G., en el punto P del plano al 20 000 del Anexo N° 1.

COASTAL ENGINEERING

1537	-----	4.5
1540	-----	4.2
1716	-----	3.9
1735	-----	6.3
1740	-----	6.6
1740	-----	6.2
Promedio --		5.75 m/s

Con el Experimento IV, colocando 2 arenómetros a 50 m. uno de otro y a 10 m. de la línea mojada de alta marea, se obtuvieron los guarismos respectivos del Anexo 5. El Arenómetro N° 2 estuvo colocado a solo 40 m. al S del término de la escalinata ya mencionada y ambos revelaron que al norte de la playa el viento y transporte arenoso era más intenso, lo que se podía comprobar por simple observación visual.

Dos arenómetros BZ fueron nuevamente colocados el 12 de abril en los mismos lugares de la playa, día que tuvo caracteres de insolación semejantes al 10 pero con el viento más fuerte, obteniéndose los dos últimos registros del Anexo N° 5. Como un solo tubo de prueba y hasta solo 1.3 cm. de la boca se pudo recibir 33 gm. de arena, en los registros respectivos el tubo 1 cuya boca estaba al nivel medio del suelo resultó pues casi lleno de arena.

Medida la inclinación media de la playa Santa Rosa entre la baja y alta marea, resultó ser en promedio de 3°.

Variaciones verticales del transporte eoloarenoso.— Hasta aquí las variaciones del transporte en altitud observables en los registros de los Experimentos (Anexo 4 y 5), no habían pasado del zócalo o sea la altura de los tubos de tal arenómetro (+ 25 cm.) pudiéndose solo observar pequeñas anomalías consistentes en inversiones poco saltantes de la gradiente de decrecimiento de los pesos de arena en altitud; pero deseosos de conocer estas más arriba, hicimos uso del arenómetro BH de 2 m. con tubos separados 10 cm. de otro, con la misma inclinación de 45° (Anexo 6). Un BH fué colocado fijo a uno de los postes chicos de la parte más meridional de la antena radial existente en el Minitrack de la Pampa de Ancón y dejado por 33 días, desde el 8 de marzo hasta el 10 de abril de 1958, dió desde el tubo inferior con boca a 5 cm. sobre el suelo, los siguientes pesos de arena depositada en tubos distanciados verticalmente 20 cm. los más bajos y solo 10 cm. los 3 más altos o sea los 10, 11 y 12.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA
PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

Tubo N°	Peso de arena mg	Altura sobre el suelo de la tangente inferior a la boca del tubo
1	12.0	5.
2	10.0	25.
3	11.0	45.
4	9.	65.
5	8.4	85.
6	9.3	105.
7	8.7	125.
8	5.3	145.
9	4.6	165.
10	4.1	185.
11	3.3	195.
12	3.4	205.
89.1		

cifras que revelan que la menor densidad arenosa del viento no es también uniforme en altitud pues los pesos de los tubos 3, 6 y 12 son poco mayores que los de sus inmediatos inferiores. De todos modos, estos guarismos expresan que el transporte en altitud sobre el zócalo es muy pequeño dado el largo tiempo de duración del experimento. Como en el caso de los experimentos con BZ, las anomalías de gradientes de deposición posiblemente se deben a la misma causa o sea mayor densidad de los granos de mineral o a desigual distribución de ellos en el viento, siendo esto lo más probable.

En otro experimento con BH, 50 m. sur de la cresta intersección de la trocha de carros de Santa Rosa a Playa Grande con tubos 20 cm. de diferencia de nivel, se obtuvo del 28 de febrero al 8 de marzo de 1958:

Tubos de abajo N°	BH Meridional Peso de arena mg	Altura sobre el suelo de la tangente infe- rior a la boca del tu- bo	BH Setentrio- nal o sea con mayor fetch	Peso de arena mg
1	167.0	20.		363.
2	106.3	40.		60.9
3	77.6	60.		48.
4	78.4	80.		71.
5	67.	100.		45.5
6	54.6	120.		34.6
7	40.5	140.		26.6
8	45.2	160.		26.2

COASTAL ENGINEERING

9	----- 32.3	----- 180.	----- 23.3
10	----- 29.4	----- 200.	----- 22.5
	698.3		722.6

Las primeras experiencias con BH, habían sido hechas por mi padre el 11 de febrero de 1958 con tres BH (también llamados palos entubados) y con solo 3 tubos a 10, 20 y 30 cm. de alturas de boca sobre el suelo arenoso de la playa Santa Rosa en tres puntos distantes 25 m. uno de otro y 10 m. de la línea mojada por la rompiente, quien obtuvo de las h. 1720 a las h. 1820 los siguientes pesos:

	BH N° 1	BH N° 2	BH N° 3
Altura del tubo sobre el suelo al bajar la escalinata a la playa	25 m al S del N° 1	25 m al S del N° 1	25 m al S del N° 2
	Peso arena	Peso arena	Peso arena
10 cm	132.6 ^{mg} -----	1171. ^{mg} -----	350. ^{mg}
20 "	4.-----	39.-----	7
30 "	1.-----	3.8-----	nada
	137.6	1243.8	357.

Estimación en peso del transporte eoloarenoso.- La irregularidad de las trayectorias de los granos de arena dentro del viento y la turbulencia de éste, son incógnitas que dificultan una estimación precisa del transporte arenoso con los arenómetros. Solo se pueden hacer estimaciones aproximadas a base de posibilidades, como serían las de considerar que en promedio las trayectorias de los granos de arena sean rectas horizontales y la turbulencia sea mínima o sea que el viento sea laminar y horizontal con densidad arenosa proporcionalmente decreciente en altitud. El área efectiva de captación de cada tubo BZ en este caso, sería la normal a las corrientes horizontales o sea la proyección vertical de los círculos inclinados de sus bocas de 1.3 de diámetro interior. El espesor de las paredes de los tubos es de ± 1 mm.

En la Fig. 2 del Anexo 6 se exhiben proyecciones verticales que viene a ser elipses con área de 93.83 mm² o sea de 1 cm² en cifras redondas, considerando los granos que al rebotar en los bordes del tubo caen dentro de él.

Como entre una y otra elipse de las 12 de captación de un BZ, cabe considerar otras 11 de igual área virtual (véase Fig. 2 Anexo 6 y fotos de Anexo 3). puede estimarse la arena

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA
PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

acarreada hacia las virtuales, por interpolación entre los pesos de arena del tubo inmediato inferior y el superior; o sea, por ejemplo, que en el Experimento I del Anexo 5 con el primer arenómetro, en vez de las pesadas registradas en los tubos 1 a 12, se puede constituir el cuadro siguiente que comprende la sucesión vertical continua de 23 elipses de captación con área de 1 cm² cada una: 12 reales y 11 virtuales:

Tubo	Arena Virtual	Cantidad de arena real mg
1	.....	6463.8
	.... 1 _v	4480.2
2	.....	2496.6
	.... 2 _v	1989.1
3	.....	481.5
	.... 3 _v	361.3
4	.....	241.0
	.... 4 _v	160.5
5	.....	80.0
	.... 5 _v	51.8
6	.....	23.6
	.... 6 _v	16.6
7	.....	9.6
	.... 7 _v	6.6
8	.....	3.5
	.... 8 _v	2.3
9	.....	1.0
	.... 9 _v	0.7
10	.....	0.4
	....10 _v	0.4
11	.....	0.4
	....11 _v	trazas
12	.....	<u>trazas</u>
		16870.9 mg

o sea que la columna continua vertical de elipses reales y virtuales de bocas a 45°, habría captado 16 870.9 mg en vez de los 9 801.4 mg pesados realmente pesados.

En un estudio inédito de mi padre, sobre Agrupamientos Equicirculares, se demuestra que el poro máximo de un espacio intercircular de un tetracírculo equicircular o tetraequicírculo, es igual en área a un solo equicírculo; y como se puede probar que igual cosa ocurre con las elipses, a cada columna BZ de 12 tubos de prueba le corresponde 12 medias elipses de captación a cada lado por concepto de espacio poral entre columna y columna tangente, con lo que el área rectangular circunscrita a las elipses sería el doble de la calculada por

COASTAL ENGINEERING

los pesos reales y virtuales. Esto se podría expresar llamando A_r al área elíptica de captación real y A_v la virtual, por la fórmula:

$$A_c = 2 (A_r + A_v)$$

Para los efectos de una estimación más precisa, hemos calculado que el diámetro medio interior de cada tubo de prueba es de 13 mm. y el exterior de 15 mm. y como los granos que inciden sobre la pared redondeada de la boca de cada tubo rebotan en promedio con ángulo de reflexión igual al de la incidencia hacia el interior o exterior de cada tubo, se puede considerar solo 1 mm. como espesor efectivo adicional al área elíptica de captación o sea que tal columna rectangular de captación tendría 15 mm. de ancho horizontal y que en cada metro horizontal habría:

$\frac{1000 \text{ mm}}{15 \text{ mm}} = 66.66$ columnas de captación continua de 9.19 mm x 12 x 12 = 220.56 mm de altura más 24 mm por espesor del vidrio desde el nivel de la tangente inferior a la boca del tubo más bajo hasta el de la superior al tubo más alto o sea lo que prácticamente es la altura del Zócalo Eoloarenoso o sea 250 mm.

La estimación a base del promedio de las tres mediciones del Anexo 5 Experimento I, nos daría así el peso de 37 835.4 mg por hora de viento normal en las condiciones especificadas en los cuadros respectivos, que duplicándolo arrojaría 75 670 mg ó sea la media de 25 225 mg por columna y por centímetro y medio de frente perpendicular al viento, que daría 252'250.000 mg de arena por cada 150 m. de playa en una hora con una superficie seca anterior o fetch eoloarenoso seco de 10 m. o sea 253 ks. o en cifras redondas 1/4 de tonelada métrica. Esto equivale a 168 148 850 mg. por 100 m. de playa o sea casi 170 ks. en una hora.

Con el fin de saber los límites de los cuales varía el transporte arenoso de acuerdo con las mediciones efectuadas por los arenómetros BZ desde el nivel del suelo hasta ± 0.25 m. que es lo que se considera el zócalo para lo cual nos valemos de unidades de extracción arenosa o sea extracción por unidad de tiempo, encontramos que el máximo registrado corresponde al Experimento VIII del Anexo 4 o sea Experiencia con un solo arenómetro. El mínimo se halló en el V del mismo Anexo 4. En el primero se observó, el 17 de Abril, 39 180 mg. en 30 minutos con solo 6 tubos (1 al 6) o sea en medio zócalo y el 5 de marzo solo 1.7 mg en 362 minutos.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

Formulando las columnas y los cálculos respectivos, obtenemos para estos dos casos extremos un transporte de 7 gramos por hora por cada 100 m. de playa con velocidad de viento de 3 m/s a la altura de BZ por un máximo de 1746 ks. con viento en ráfagas que exedieron de 20 m/s y promedio de 8.5 m/s. Este viento fuerte del SW se inició antes de las 10 a.m. y duró hasta las 4 p.m. en que continuó fuerte pero con menos intensidad.

En esta misma tarde se colocó un BH sobre la duna de sombra del Morro de Santa Rosa en la parte más alta o cresta, desde h.1230 hasta h.1800 registrándose en tubos a desnivel de 10 cm. entre si.

TUBO Nº	ARENA mg
1 -----	442
2 -----	137
3 -----	69
4 -----	43
5 -----	32
6 -----	26
7 -----	21
8 -----	18
9 -----	16
10 -----	14
11 -----	12.4
12 -----	12
13 -----	10.5
14 -----	9.1
15 -----	8.7
16 -----	8.1
17 -----	6.9
18 -----	6.
19 -----	5.2

NOTA.- El tubo nº 1 estuvo a 5 cm. sobre el suelo de la cresta de la duna de sombra del Morro Santa Rosa.

CONCLUSIONES

- 1.- Una playa arenosa en clima árido seco, con viento predominante de mar a tierra (S.SW) de velocidad no menor a los 5 m/s caracterizado por ráfagas (golpes de viento), que incida sobre una franja de playa de arena de superficie suficientemente desecada, proporciona las condiciones principales que favorecen al transporte eoloarenoso. Determinando así un proceso geomorfológico típico de las áreas arenosas, en donde la deflación por el viento en

COASTAL ENGINEERING

la playa arenosa y la deposición sobre ella de arena acarreada por el mar, pasa desapercibido en un medio ambiente donde la litósfera, la hidrósfera y la atmósfera juegan cada una de ellas un rol importante en la realización de este fenómeno eólico clásico.

- 2.- Las playas tendidas de más o menos 3º de inclinación, ofreciendo mayor área de exposición al viento y de deposición de arenas aportadas por corrientes de fondo (submarinas), son las de más fuerte y voluminosa extracción eólica, siempre y cuando se cumplan las condiciones expuestas en el acápite Nº 1 y se sumen: una favorable amplitud de mareas y oleajes, ~~baja~~ humedad atmosférica, e insolación; elaborando así, los factores imprescindibles para la deflación playera
- 3.- El mayor porcentaje de arena acarreada por el viento por deflación tiene lugar a muy baja altura, siendo mayormente por arrastre, rotación y saltación, en el aerózcalo (25cm).

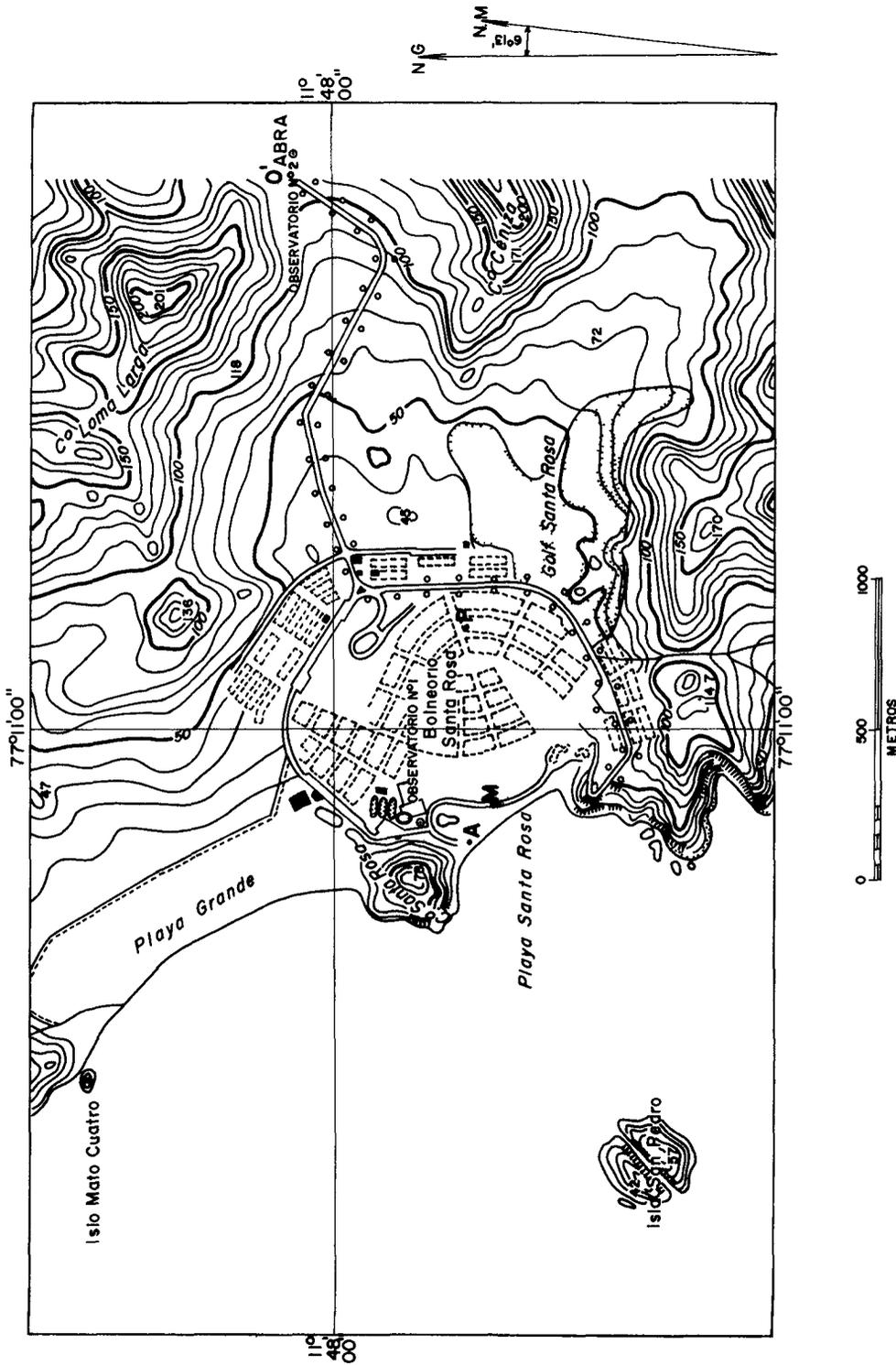
BIBLIOGRAFIA

- AMSTUTZ, g.c. Raimundo Chico. Sand size fraction of South Peruvian barchans and a brief review of the genetic grain shape function. Separata of Bull. Ver Schweizer Petrol. Geol. u ing. Vol 24 February 1958.
- BROGGI, J.A. Migración de arenas a lo largo de la Costa Peruana. Bol. Soc. Geol. del Perú, T. XXIV (Vol. Unico). 1952.
- HJLSTRON o HJULSTROEM, FILIP. Bull. Geological Institution of University of Upsala, Vol. XXV.
- KRUMBEIN, W.X. and Pettijohn. Manual of Sedimentary Petrography.
- KNOWLES MIDDLETON, W.E., and Spilhaus F., Athelstan. Meteorological Instruments, 3rd. ed revised University of Toronto Press p.136. 1953.
- LAHEE F.H. Field Geology. p. 34, Ed. 1941
- MINISTERIO DE MARINA República Peruana. Tablas de mareas. Servicio Hidrológico 1958 y 1959
- RUBEY, William W. The force required to move particles on a stream bed. U.S. Geological Survey, Professional Paper, 189-Ed. 1938.
- WEBERBAUER, A. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos p.776, 1945.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA
PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

ANEXO N° I

HOJA DE ANCON



COASTAL ENGINEERING

ANEXO. NO. 2

OBSERVACIONES METEOROLOGICAS EN LA URBANIZACION SANTA ROSA (Observatorio No. 1)

Observatorio No. 1				Julio 1957					
Día	TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		
	7	13	18	7	13	18	7	13	18
7	20	21	22	70	60	65	0	6	8
8	19	21	22	59	60	63	2	4	6
9	19	20	22	60	60	60	2	6	8
10	19	20	21	68	63	60	2	6	8
11	18	20	21	77	70	75	2	4	6
12	18	20	21	75	70	75	2	4	8
13	19	20	21	75	70	72	2	4	4
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	18	20	21	71	70	72	0	2	4
17	19	20	21	71	68	72	0	0	2
18	19	20	21	76	75	73	0	2	4
19	18	19	20	85	83	85	2	4	6
20	19	19	20	90	85	85	0	4	4
21	21	20	21	85	80	83	2	4	6
22	20	20	21	75	65	70	2	4	6
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	19	20	21	72	65	70	2	4	4
25	19	21	20	73	68	71	2	2	2
26	19	19	20	75	65	70	2	6	10
27	19	18	20	72	65	70	2	8	10
28	19	18	21	75	68	70	2	6	10
29	19	18	20	75	68	71	2	6	14
30	19	18	21	75	65	70	2	2	4
31	19	18	20	75	71	71	4	6	14
Media del día	13	14	15	52	49	50	2	4	7
Máxima	21	21	22	90	85	85	4	8	14
Mínima	18	18	20	59	60	60	0	0	2

Observatorio No. 1				Agosto 1957					
Día	TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		
	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	20	19	21	80	78	75	2	4	6
2	21	19	20	78	75	73	0	4	4
3	20	19	20	78	80	83	0	4	6
4	20	18	19	80	80	85	0	4	4
5	20	19	20	75	78	80	0	0	4
6	20	19	20	78	70	75	0	8	14
7	18	19	19	80	78	78	2	8	10
8	19	17	18	85	75	80	0	2	2
9	19	17	18	85	78	80	2	4	8
10	16	17	18	80	78	80	0	2	2
11	19	19	21	76	80	79	2	2	2
12	22	19	21	75	80	79	2	4	8
13	19	18	20	80	78	79	0	2	4
14	18	19	21	80	78	79	0	4	8
15	17	19	18	80	70	75	0	4	6
16	18	19	18	80	70	75	0	4	4
17	18	19	18	80	70	75	0	8	6
18	20	21	21	76	73	80	0	4	2
19	19	20	21	80	73	75	0	4	6
20	19	20	21	80	73	75	0	4	4
21	19	20	19	80	67	68	2	0	0
22	19	20	19	75	65	70	2	0	0
23	19	20	19	80	75	80	4	0	0
24	19	20	19	81	75	78	0	0	0
25	22	21	21	69	83	78	2	6	4
26	20	19	20	90	94	95	0	6	6
27	19	19	20	85	80	75	0	4	0
28	19	18	19	75	70	73	0	6	8
29	19	18	19	85	75	78	0	4	4
30	17	19	18	86	83	85	0	4	4
31	19	-	-	85	-	-	0	-	-
Media del día	19	19	20	80	76	78	1	4	5
Máxima	22	21	21	96	94	95	4	8	14
Mínima	16	17	18	69	65	68	0	0	0

Observatorio No. 1				Septiembre 1957					
Día	TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		
	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	19	20	19	81	76	78	4	6	8
2	20	19	19	90	80	83	2	4	4
3	18	19	19	80	73	80	2	4	4
4	16	19	18	80	73	75	2	4	6
5	16	18	19	80	73	75	4	6	4
6	17	18	19	80	80	83	4	6	6
7	16	17	19	85	80	83	4	4	6
8	17	18	17	85	73	72	0	0	4
9	18	19	18	85	73	78	0	2	4
10	18	19	18	85	73	76	0	2	4
11	18	19	18	85	73	78	2	6	4
12	19	19	18	85	80	85	2	4	4
13	18	19	19	85	75	80	2	4	6
14	19	18	19	85	73	80	2	4	4
15	19	17	19	85	80	83	2	4	4
16	17	19	19	85	73	83	2	4	4
17	19	18	19	73	70	75	0	4	4
18	19	18	20	75	70	75	0	4	6
19	17	19	19	75	70	78	2	4	4
20	16	18	17	80	73	80	2	4	4
21	17	19	18	80	75	80	0	2	4
22	17	19	18	85	75	78	2	2	2
23	18	19	18	85	78	80	0	0	0
24	19	18	19	80	78	80	2	2	0
25	16	18	19	85	70	80	2	4	4
26	17	18	19	85	73	78	0	4	4
27	17	18	19	80	73	78	0	4	6
28	17	18	19	83	73	78	0	6	8
29	18	19	19	85	78	80	0	6	8
30	17	19	19	83	72	80	4	6	8
Media del día	18	19	19	83	73	79	2	4	5
Máxima	20	20	20	90	80	85	4	6	8
Mínima	16	17	17	75	70	72	0	0	0

Observatorio No. 1				Octubre 1957					
Día	TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		
	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	16	18	17	83	72	78	0	2	4
2	16	18	17	80	70	73	0	6	8
3	16	19	17	80	75	78	4	4	2
4	17	18	17	83	70	73	2	4	6
5	17	18	17	85	70	73	0	4	4
6	18	19	17	75	70	78	0	4	6
7	17	18	17	83	81	83	2	4	6
8	18	18	17	83	80	81	0	4	6
9	18	18	17	81	80	81	0	4	6
10	18	19	17	80	73	80	0	4	4
11	18	17	18	83	75	80	0	4	6
12	18	17	19	85	75	78	0	4	4
13	19	18	18	75	70	74	0	2	4
14	19	18	19	78	70	75	0	2	4
15	19	21	20	78	75	76	0	2	6
16	20	19	19	80	75	80	0	2	4
17	21	19	19	85	80	93	0	4	2
18	20	18	19	83	75	80	0	8	10
19	20	19	19	85	75	80	0	4	6
20	20	19	20	75	70	70	2	0	2
21	21	19	20	78	70	75	0	2	2
22	21	19	20	75	70	73	2	4	6
23	20	19	21	75	70	75	2	4	6
24	21	19	20	80	75	78	2	4	6
25	20	19	21	85	70	72	2	4	8
26	21	19	20	78	70	73	0	2	4
27	21	19	20	78	65	70	4	6	4
28	20	19	21	78	63	75	2	6	8
29	21	18	20	78	65	80	0	4	6
30	20	19	21	80	65	75	4	4	6
31	20	19	21	80	65	75	4	0	4
Media del día	19	19	19	80	72	77	2	4	5
Máxima	21	21	21	85	81	81	4	6	10
Mínima	16	17	17	75	63	70	0	0	2

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

ANEXO NO. 2

Observatorio No. 1				Noviembre 1957					
N.º	Cº TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		
	Horas día			Horas día			Horas día		
	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	21	19	19	85	68	78	-	2	4
2	20	19	21	83	63	78	-	2	4
3	21	18	20	85	65	75	-	4	6
4	21	19	20	83	73	75	-	5	4
5	21	19	21	85	75	80	-	-	4
6	20	18	20	83	78	80	-	4	6
7	21	19	20	80	75	80	-	4	6
8	21	14	19	85	70	83	-	6	8
9	21	16	19	83	75	83	-	4	6
10	21	19	20	80	75	78	-	-	4
11	21	19	21	85	78	80	-	4	6
12	20	19	21	80	75	80	2	6	8
13	20	19	21	80	75	83	-	4	6
14	19	17	21	83	63	70	2	6	8
15	19	18	19	83	73	80	*	4	6
16	20	19	21	80	75	70	2	4	6
17	22	20	21	65	63	65	8	10	10
18	21	19	20	70	65	70	6	8	10
19	20	19	21	75	63	70	6	10	4
20	19	14	19	83	70	83	2	6	10
21	19	14	19	83	73	65	-	6	8
22	18	14	19	82	65	80	2	4	8
23	19	15	19	80	63	80	0	6	6
24	19	15	20	82	65	80	2	4	4
25	19	14	19	82	65	80	4	6	4
26	19	15	19	83	64	85	4	8	10
27	19	14	18	85	65	84	4	6	8
28	19	15	19	83	65	80	4	6	8
29	19	14	19	83	67	83	4	6	10
30	19	15	18	83	63	85	2	4	6
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medias del mes	20	17	20	81	69	78	5	5	7
Máxima	22	20	21	85	78	85	8	10	10
Mínima	18	14	18	65	63	65	0	2	4

Observatorio No. 1				Diciembre 1957					
N.º	Cº TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		
	Horas día			Horas día			Horas día		
	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	23	19	14	80	75	78	2	4	4
2	20	15	19	75	67	78	2	4	6
3	23	14	19	76	70	75	0	0	2
4	23	14	20	60	56	60	0	2	4
5	24	17	21	60	56	65	0	4	4
6	21	18	20	65	56	60	0	4	2
7	22	19	20	65	62	65	0	4	8
8	22	22	21	65	62	63	4	6	8
9	22	16	22	65	62	64	4	8	8
10	21	15	19	70	62	65	0	4	6
11	22	15	19	67	64	67	0	4	8
12	22	15	21	68	63	65	2	4	8
13	22	15	18	75	65	65	0	2	6
14	22	15	19	75	65	70	2	4	6
15	20	15	19	80	65	75	4	6	8
16	21	16	19	80	67	75	0	0	2
17	20	15	19	80	67	75	0	0	2
18	20	14	19	83	70	76	4	6	8
19	20	15	19	80	70	80	2	2	6
20	20	18	19	80	70	80	2	2	6
21	20	17	19	83	73	80	2	4	6
22	20	19	20	80	62	70	4	6	0
23	20	19	20	83	73	70	4	6	8
24	22	17	19	83	73	76	4	6	6
25	25	22	23	81	73	78	4	6	8
26	28	25	28	83	73	80	1	6	8
27	28	25	28	81	73	80	4	6	8
28	27	21	27	80	70	80	0	4	6
29	27	21	27	83	73	80	2	4	4
30	28	21	27	80	70	80	4	6	8
31	27	19	21	80	70	80	0	0	4
Medias del mes	23	18	21	75	67	75	2	4	6
Máxima	28	25	28	83	75	80	4	6	8
Mínima	20	14	14	60	56	60	0	0	0

COASTAL ENGINEERING

ANEXO NO. 2

OBSERVACIONES METEOROLOGICAS EN LA URBANIZACION

SANTA ROSA

(Observatorio No. 2)

Observatorio No. 2					Enero 1958					
DIA	TEMPERATURA		% HUMEDAD RELATIVA		m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		HORAS DE SOL			
	7	13	18	7	13	18				
1	30	28	30	80	65	55	4	4	4	-
2	30	27	30	80	65	75	0	4	4	-
3	30	25	30	80	70	80	2	4	6	8
4	30	26	28	80	70	80	-	-	-	7
5	28	22	26	80	60	80	4	6	8	11
6	28	22	26	90	60	80	4	6	8	10
7	29	26	28	80	60	75	2	4	6	10
8	28	22	28	80	60	75	4	6	8	11
9	30	22	28	80	60	75	-	4	6	11
10	30	22	28	80	55	75	4	6	8	11
11	27	25	28	65	55	70	2	6	8	12
12	30	30	28	75	55	60	0	0	2	10
13	28	30	28	75	64	70	0	4	8	11
14	28	30	28	85	65	70	0	4	8	12
15	28	30	28	85	65	70	2	4	8	10
16	27	28	28	80	65	70	0	4	8	5
17	26	28	29	80	65	75	0	4	6	10
18	24	28	28	80	65	75	0	4	8	8
19	26	28	26	90	65	70	2	6	8	12
20	26	28	26	90	65	70	2	6	8	10
21	26	30	26	85	60	70	2	4	6	10
22	26	28	27	85	60	65	2	4	8	10
23	26	27	27	85	65	70	0	4	6	10
24	25	28	27	85	70	75	2	4	6	12
25	25	28	27	85	70	75	0	4	8	12
26	26	29	27	85	60	75	-	-	-	12
27	26	28	26	80	65	75	4	6	8	10
28	25	28	26	85	60	75	2	2	4	12
29	26	28	27	80	60	70	4	4	6	12
30	26	29	27	80	65	75	4	6	8	10
31	25	28	26	85	60	70	4	6	6	12
Medias del mes	28	27	28	82	63	73	2	5	7	10
Máxima	30	30	30	90	70	80	4	6	8	12
Mínima	24	22	26	65	55	55	0	0	2	5

Observatorio No. 2					Febrero 1958					
DIA	TEMPERATURA		% HUMEDAD RELATIVA		m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		HORAS DE SOL			
	7	13	18	7	13	18				
1	29	30	27	80	60	65	-	-	-	10
2	27	29	27	85	55	65	-	-	-	12
3	27	28	27	80	60	65	-	-	-	12
4	28	29	27	85	65	60	-	-	-	10
5	28	28	29	80	60	65	-	-	-	10
6	28	29	27	80	60	65	-	-	-	10
7	28	29	27	80	65	65	-	-	-	10
8	29	29	27	80	65	65	-	-	-	10
9	29	26	27	80	65	65	-	-	-	10
10	30	25	26	80	60	60	-	-	-	9
11	29	26	26	80	65	65	-	-	-	10
12	29	26	26	85	60	60	-	-	-	10
13	29	26	26	85	65	65	-	-	-	10
14	29	26	26	80	60	60	-	-	-	10
15	30	26	26	85	60	60	-	-	-	9
16	29	27	27	80	65	65	-	-	-	8
17	29	26	26	80	60	60	-	-	-	9
18	29	26	26	80	60	60	-	-	-	10
19	30	26	26	80	55	55	-	-	-	10
20	29	25	25	80	55	60	-	-	-	10
21	29	26	26	85	60	60	-	-	-	9
22	29	26	26	85	60	60	-	-	-	10
23	28	25	25	85	65	65	-	-	-	10
24	29	25	25	85	60	60	-	-	-	10
25	29	27	27	85	65	65	-	-	-	10
26	29	27	27	85	60	60	-	-	-	10
27	28	26	26	80	55	55	-	-	-	10
28	29	27	27	80	55	55	-	-	-	10
Medias del mes	29	27	27	82	60	63	-	-	-	9
Máxima	30	30	28	85	65	65	-	-	-	12
Mínima	27	25	27	80	55	60	-	-	-	8

(x) En este mes se trasladaron los instrumentos al abra, (Observatorio No. 2) siendo de este sitio los datos consignados aquí.

Observatorio No. 2					Marzo 1958					
DIA	TEMPERATURA		% HUMEDAD RELATIVA		m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		HORAS DE SOL			
	7	13	18	7	13	18				
1	27	29	28	80	75	78	4	4	6	10
2	25	28	26	85	75	78	-	2	4	10
3	26	29	27	80	75	73	-	-	2	9
4	27	30	27	80	75	73	4	6	8	9
5	27	29	26	80	75	76	2	6	8	10
6	26	29	28	78	70	78	4	8	10	8
7	23	28	28	78	73	75	-	-	-	9
8	24	28	27	85	70	80	2	6	8	8
9	23	27	26	85	75	78	2	2	4	9
10	23	29	25	85	73	80	-	-	-	7
11	22	28	27	84	73	78	-	4	4	9
12	23	28	27	85	70	73	-	-	-	8
13	24	27	26	85	70	73	-	-	-	-
14	23	28	25	80	70	73	-	-	-	-
15	24	27	26	85	71	73	2	2	2	8
16	23	28	26	85	73	74	4	2	6	8
17	24	28	26	85	70	73	-	4	6	9
18	24	28	26	85	70	73	-	4	6	9
19	23	28	26	80	70	73	-	-	-	9
20	24	29	25	80	70	71	4	6	0	9
21	24	29	25	78	60	70	2	4	6	9
22	20	28	23	78	60	70	-	4	8	10
23	21	27	24	78	63	65	2	4	6	10
24	23	28	25	80	58	60	-	4	4	10
25	21	28	25	80	58	65	-	4	4	10
26	21	27	24	80	60	65	2	4	4	10
27	20	27	24	85	65	68	-	-	2	10
28	20	26	24	85	58	69	-	4	6	10
29	21	26	24	85	68	69	-	4	6	10
30	21	26	24	80	70	68	-	4	6	10
31	21	25	24	80	75	69	4	4	6	10
Medias del mes	24	28	26	84	70	73	3	4	6	8
Máxima	27	30	28	85	75	80	4	8	10	10
Mínima	20	25	23	78	60	60	2	2	2	7

Observatorio No. 2					Abril 1958					
DIA	TEMPERATURA		% HUMEDAD RELATIVA		m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO		HORAS DE SOL			
	7	13	18	7	13	18				
1	23	26	24	80	70	74	-	-	-	10
2	23	27	24	80	60	65	2	4	6	10
3	21	27	23	80	63	65	2	4	4	9
4	21	27	23	80	63	65	2	4	6	10
5	21	26	23	85	60	65	-	4	8	10
6	21	27	24	85	60	60	4	8	10	10
7	23	27	24	80	61	57	4	8	10	10
8	23	27	23	80	61	57	4	8	10	10
9	23	27	24	80	65	60	2	4	8	9
10										
11	24	26	23	85	68	65	2	4	4	9
12	23	28	24	85	65	63	2	6	8	8
13	24	26	24	85	63	60	4	6	10	9
14	24	27	24	85	65	60	4	6	6	9
15	23	27	23	80	65	60	4	6	6	8
16	23	26	24	80	65	63	2	4	6	9
17	23	26	24	85	68	63	2	4	8	9
18	23	27	24	80	65	62	2	6	10	9
19	23	26	24	81	65	62	4	6	8	9
20	23	26	24	81	60	62	4	4	6	8
21	22	26	23	80	63	62	2	4	8	8
22	22	26	23	80	63	61	-	4	8	8
23	22	27	23	85	64	60	2	-	-	8
24	23	27	22	85	65	61	2	-	4	8
25	21	27	22	85	65	70	-	-	-	8
26	23	26	23	85	60	71	-	-	-	8
27	23	27	22	85	63	70	2	4	6	8
28	23	26	23	85	63	70	2	4	6	8
29	22	27	22	85	65	71	2	2	4	8
30	23	26	22	85	63	70	2	4	8	6
Medias del mes	22	26	23	79	61	62	3	5	7	9
Máxima	24	28	24	85	70	74	4	8	10	10
Mínima	21	26	22	80	60	57	2	2	4	6

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

ANEXO NO. 2

Observatorio No. 2						Mayo 1958					
DIA	C° TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO			HORAS DE SOL	
	Horas día			Horas día			Horas día				
	7	13	18	7	13	18	7	13	18		
1	20	26	23	85	65	80	-	2	4	10	
2	20	26	22	85	65	80	-	2	4	8	
3	20	26	22	85	65	80	-	4	6	6	
4	19	25	21	85	80	80	-	4	6	5	
5	19	25	21	88	60	80	-	4	4	5	
6	19	23	21	87	60	80	-	2	4	-	
7	19	24	21	85	63	70	-	4	6	10	
8	19	25	21	80	60	70	-	4	4	10	
9	18	23	19	82	63	90	2	4	4	10	
10	18	23	19	85	65	85	-	4	6	8	
11	19	23	19	85	65	84	2	2	4	6	
12	18	20	21	92	80	72	-	4	2	6	
13	18	20	21	90	80	75	-	4	6	6	
14	18	20	21	87	80	75	-	-	-	2	
15	18	21	20	85	65	75	-	2	4	4	
16	17	20	21	90	67	75	2	2	4	6	
17	18	21	20	90	70	80	-	-	-	8	
18	17	21	20	90	70	80	-	-	-	4	
19	17	21	20	92	70	80	-	-	-	4	
20	17	21	20	90	70	80	-	-	-	6	
21	18	21	20	90	70	80	-	-	-	4	
22	17	21	18	90	70	88	-	-	-	-	
23	17	21	18	90	70	85	-	-	-	-	
24	17	20	19	90	72	80	-	-	-	-	
25	17	20	19	91	70	80	2	-	-	-	
26	17	20	19	90	70	82	-	-	-	-	
27	18	20	19	90	70	82	-	-	-	4	
28	17	21	19	85	70	82	-	-	-	4	
29	17	21	19	83	70	82	-	-	-	6	
30	17	21	19	83	70	82	-	-	-	8	
31	17	20	18	85	73	80	-	-	-	8	
Medias del mes	18	22	20	88	69	80	2	3	5	5	
Máxima	20	26	23	92	80	90	2	4	6	10	
Mínima	17	20	18	80	60	70	-	2	2	2	

Observatorio No. 2						Junio 1958					
DIA	C° TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO			HORAS DE SOL	
	Horas día			Horas día			Horas día				
	7	13	18	7	13	18	7	13	18		
1	16	19	17	90	70	80	-	-	-	6	
2	16	19	18	90	70	85	-	-	-	5	
3	16	19	18	91	70	85	-	-	-	4	
4	17	19	18	90	72	80	-	-	-	4	
5	16	18	17	90	75	80	-	-	-	5	
6	16	19	18	90	71	85	-	-	-	-	
7	16	19	18	91	72	82	-	-	-	6	
8	17	19	18	90	70	80	2	-	-	-	
9	16	19	18	91	71	82	-	-	-	-	
10	17	19	18	90	71	80	-	-	-	6	
11	16	19	18	90	71	80	-	-	-	-	
12	16	19	17	91	70	81	-	-	-	6	
13	16	18	17	91	70	80	-	-	-	6	
14	16	19	17	91	70	80	-	-	-	5	
15	16	19	17	90	70	80	-	-	-	4	
16	16	19	16	90	70	80	2	2	-	-	
17	17	18	16	90	70	82	-	-	-	-	
18	16	18	17	91	71	81	-	-	-	6	
19	16	18	17	92	74	83	-	-	-	-	
20	16	18	17	90	71	80	-	-	-	6	
21	16	18	17	90	72	80	-	-	-	-	
22	16	18	17	89	70	78	-	-	-	-	
23	16	18	17	85	70	78	-	-	-	-	
24	16	22	19	80	55	70	-	-	-	-	
25	18	22	19	80	55	70	-	-	-	-	
26	17	21	18	80	58	70	4	4	6	-	
27	16	21	18	80	55	70	2	-	-	-	
28	17	21	18	80	55	70	-	-	-	-	
29	17	21	18	80	55	70	-	-	-	4	
30	16	21	17	80	55	70	-	-	-	-	
Medias del mes	17	16	17	85	65	76	3	3	6	3	
Máxima	18	22	19	92	75	85	4	4	6	6	
Mínima	16	18	16	80	55	70	2	2	6	4	

Observatorio No. 2						Julio 1958					
DIA	C° TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO			HORAS DE SOL	
	Horas día			Horas día			Horas día				
	7	13	18	7	13	18	7	13	18		
1	17	19	17	80	60	80	-	-	-	5	
2	16	19	17	82	60	80	-	2	4	5	
3	16	19	17	80	55	80	2	4	6	3	
4	17	19	17	80	55	80	2	-	-	3	
5	16	19	17	80	58	80	-	2	4	5	
6	16	19	17	80	55	80	2	4	6	5	
7	16	19	17	80	55	80	-	4	4	5	
8	17	19	17	80	58	80	-	4	4	5	
9	17	19	17	80	55	80	-	4	4	5	
10	17	19	17	80	55	80	2	2	4	5	
11	16	18	17	80	60	80	2	2	4	6	
12	17	18	17	80	60	80	6	2	4	6	
13	17	18	17	80	60	80	2	2	2	-	
14	16	18	17	80	60	80	-	2	4	-	
15	16	18	17	80	55	80	-	2	2	4	
16	16	18	17	80	55	80	-	4	6	6	
17	16	18	17	80	55	80	2	4	4	5	
18	16	18	17	80	55	80	-	4	8	5	
19	17	18	17	80	55	80	-	-	-	-	
20	17	18	17	79	58	80	-	-	2	4	
21	17	18	17	78	55	80	-	-	-	-	
22	16	18	17	80	60	80	-	-	2	3	
23	16	18	16	80	60	85	-	-	2	-	
24	16	18	16	83	60	85	-	-	-	-	
25	16	18	16	83	60	85	-	-	-	-	
26	16	18	16	84	60	80	-	-	-	-	
27	17	18	16	83	55	80	-	4	4	4	
28	17	18	16	80	57	80	-	4	4	2	
29	16	18	16	83	57	80	-	4	4	-	
30	16	18	16	85	60	80	-	4	4	-	
31	16	18	16	85	57	80	2	2	6	-	
Medias del mes	17	18	17	80	58	80	3	3	4	3	
Máxima	17	19	17	85	60	85	6	4	8	6	
Mínima	16	18	16	78	55	80	2	2	2	2	

Observatorio No. 2						Agosto 1958					
DIA	C° TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO			HORAS DE SOL	
	Horas día			Horas día			Horas día				
	7	13	18	7	13	18	7	13	18		
1	16	18	17	83	55	80	-	-	-	-	
2	16	18	17	83	58	82	-	6	2	-	
3	17	19	17	83	60	80	-	2	2	-	
4	17	18	17	84	55	80	-	-	-	-	
5	16	18	17	83	57	80	-	-	-	-	
6	16	18	17	83	55	80	-	-	-	-	
7	16	18	17	83	60	82	-	-	2	3	
8	16	18	17	80	58	82	-	2	4	-	
9	16	18	17	80	55	80	-	-	4	-	
10	17	18	17	84	60	85	2	-	2	6	
11	17	18	17	84	60	85	2	-	-	-	
12	17	18	17	80	55	83	2	2	4	8	
13	16	18	17	80	58	80	-	-	-	6	
14	16	18	17	82	60	80	-	-	-	8	
15	16	18	17	82	60	80	-	-	-	9	
16	16	18	17	80	55	80	2	2	4	6	
17	16	18	18	80	56	82	-	-	-	5	
18	16	18	16	83	58	80	-	-	-	-	
19	16	18	17	83	58	80	-	-	-	-	
20	16	18	17	83	58	80	-	-	-	-	
21	17	19	18	83	56	80	2	2	2	4	
22	17	18	17	80	56	80	-	-	-	6	
23	17	18	17	82	55	82	-	2	4	4	
24	16	18	17	82	56	82	-	-	-	2	
25	17	18	17	83	54	80	-	4	6	-	
26	17	18	17	84	60	85	-	2	2	3	
27	17	18	17	82	57	82	-	-	-	-	
28	17	18	17	82	57	82	-	-	-	6	
29	17	18	17	80	57	80	-	-	-	6	
30	17	18	17	80	57	80	-	-	-	6	
31	17	18	17	80	57	78	-	-	-	6	
Medias del mes	17	18	17	82	57	84	2	3	3	3	
Máxima	16	19	18	84	60	85	2	6	6	9	
Mínima	17	18	17	80	54	78	2	2	2	2	

COASTAL ENGINEERING

ANEXO. NO. 2

DIA		Observatorio No. 2						Septiembre 1958					
		TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO			HORAS DE SOL		
		7	13	18	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	15	23	17	83	53	80	2	4	6	6	-	-	
2	16	23	17	83	53	80	2	4	6	6	-	-	
3	16	23	17	82	55	75	2	4	6	5	-	-	
4	16	25	17	82	55	75	2	2	2	6	-	-	
5	16	25	17	83	55	75	-	2	2	6	-	-	
6	16	25	17	80	55	75	-	2	2	6	-	-	
7	16	25	16	80	57	78	-	-	-	6	-	-	
8	16	26	16	83	56	78	-	-	-	6	-	-	
9	16	25	17	83	53	80	-	2	2	6	-	-	
10	16	24	16	83	53	80	-	2	2	6	-	-	
11	16	23	17	83	55	80	-	-	-	6	-	-	
12	16	23	17	80	55	80	-	-	-	4	-	-	
13	16	23	16	80	55	80	-	-	-	4	-	-	
14	15	25	17	83	56	78	-	-	-	6	-	-	
15	16	25	18	83	57	78	-	2	2	6	-	-	
16	16	25	17	85	57	78	*	-	-	6	-	-	
17	16	25	16	80	57	78	-	-	-	6	-	-	
18	16	24	17	80	55	75	-	-	-	7	-	-	
19	16	24	16	83	60	78	-	2	2	6	-	-	
20	16	24	16	80	60	78	-	-	-	6	-	-	
21	15	23	16	81	60	78	-	2	2	6	-	-	
22	15	23	16	80	60	78	2	-	-	6	-	-	
23	15	21	16	81	60	75	-	-	-	4	-	-	
24	16	21	16	80	60	74	-	-	-	6	-	-	
25	16	20	16	80	60	74	-	-	-	6	-	-	
26	16	20	17	80	60	75	-	-	-	6	-	-	
27	15	21	17	82	60	75	-	-	-	4	-	-	
28	16	21	17	83	60	75	-	-	-	6	-	-	
29	16	21	17	80	57	75	2	2	4	6	-	-	
30	16	21	17	80	57	74	2	4	4	6	-	-	
Medias del mes	15	23	16	79	55	75	2	2	3	4	-	-	
Máxima	15	26	18	85	60	80	2	4	6	7	-	-	
Mínima	16	20	16	80	53	74	2	2	2	4	-	-	

DIA		Observatorio No. 2						Octubre 1958					
		TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO			HORAS DE SOL		
		7	13	18	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	16	17	16	80	57	70	-	2	4	6	-	-	
2	16	17	16	82	58	70	-	2	4	6	-	-	
3	16	17	16	80	60	70	-	4	6	7	-	-	
4	16	18	16	80	60	70	-	-	-	6	-	-	
5	16	18	16	80	60	70	-	-	-	7	-	-	
6	16	18	16	80	60	80	-	-	-	8	-	-	
7	15	18	16	83	60	80	-	-	-	8	-	-	
8	15	18	16	83	60	70	-	2	2	7	-	-	
9	16	17	16	81	70	75	-	2	2	7	-	-	
10	15	17	17	80	65	70	-	2	2	7	-	-	
11	16	17	18	80	65	75	-	2	2	7	-	-	
12	16	17	18	80	57	75	-	2	4	7	-	-	
13	16	17	17	80	57	75	-	4	6	7	-	-	
14	15	17	17	80	57	75	-	-	-	6	-	-	
15	16	17	16	80	57	75	-	-	-	6	-	-	
16	17	16	16	83	57	75	-	-	-	6	-	-	
17	16	17	16	82	65	75	-	2	2	6	-	-	
18	15	16	16	82	65	75	-	-	-	6	-	-	
19	16	17	16	82	65	80	-	-	-	6	-	-	
20	16	17	16	80	60	80	-	2	2	6	-	-	
21	16	17	16	80	60	80	-	-	-	6	-	-	
22	15	17	16	81	60	70	-	2	4	6	-	-	
23	15	17	16	80	60	70	-	2	2	7	-	-	
24	16	17	16	80	60	70	-	2	2	6	-	-	
25	16	17	16	80	60	70	-	2	4	6	-	-	
26	16	17	16	80	60	70	-	-	-	6	-	-	
27	16	18	16	80	60	70	-	2	2	6	-	-	
28	16	18	16	80	60	70	-	-	-	6	-	-	
29	16	18	17	81	61	72	-	2	2	6	-	-	
30	16	18	17	82	60	70	-	-	-	6	-	-	
31	15	17	16	80	60	70	2	2	4	7	-	-	
Medias del mes	16	17	16	81	61	75	2	2	3	6	-	-	
Máxima	17	18	18	83	70	80	2	4	6	8	-	-	
Mínima	15	16	16	80	57	70	2	2	2	6	-	-	

DIA		Observatorio No. 2						Noviembre 1958					
		TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO			HORAS DE SOL		
		7	13	18	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	16	24	18	80	50	70	-	2	4	6	-	-	
2	18	23	18	76	52	70	-	2	4	7	-	-	
3	18	24	18	78	50	70	-	4	8	6	-	-	
4	18	21	18	75	55	70	-	-	6	7	-	-	
5	17	21	18	76	55	70	-	2	4	7	-	-	
6	17	21	18	76	55	70	-	2	4	8	-	-	
7	17	21	18	76	54	70	-	2	4	8	-	-	
8	16	21	18	76	54	70	2	2	4	8	-	-	
9	16	21	18	76	55	70	2	4	8	6	-	-	
10	16	22	18	75	54	70	2	4	8	6	-	-	
11	16	21	18	75	58	70	-	2	4	7	-	-	
12	16	21	18	75	54	80	2	4	4	7	-	-	
13	16	21	18	74	54	80	2	2	4	7	-	-	
14	16	21	18	75	54	70	-	2	2	8	-	-	
15	16	21	18	75	54	70	-	2	2	7	-	-	
16	16	20	18	74	68	70	-	2	2	7	-	-	
17	17	20	18	75	68	74	-	2	2	8	-	-	
18	17	21	18	83	55	70	-	2	2	8	-	-	
19	17	21	20	83	55	70	-	2	2	8	-	-	
20	17	21	20	84	55	70	-	-	-	8	-	-	
21	17	20	18	84	55	75	-	-	-	8	-	-	
22	16	21	18	84	55	75	-	2	4	8	-	-	
23	16	24	20	80	55	82	-	4	4	8	-	-	
24	16	21	20	80	55	82	-	-	-	8	-	-	
25	16	21	20	80	55	82	-	-	-	8	-	-	
26	16	24	20	82	50	72	-	2	4	9	-	-	
27	16	23	20	80	50	74	-	-	-	9	-	-	
28	16	24	20	80	50	74	-	2	4	9	-	-	
29	16	24	20	80	50	74	-	2	2	9	-	-	
30	16	24	20	80	50	75	2	2	4	9	-	-	
Medias del mes	16	22	19	78	54	75	2	2	4	8	-	-	
Máxima	18	24	20	84	68	82	2	4	8	9	-	-	
Mínima	16	21	18	74	50	70	2	2	2	6	-	-	

DIA		Observatorio No. 2						Diciembre 1958					
		TEMPERATURA			% HUMEDAD RELATIVA			m/seg VELOCIDAD DEL VIENTO			HORAS DE SOL		
		7	13	18	7	13	18	7	13	18	7	13	18
1	19	21	22	85	72	70	-	-	-	10	-	-	
2	19	21	22	85	72	70	-	2	2	10	-	-	
3	19	21	22	85	72	70	2	2	4	10	-	-	
4	19	20	21	85	72	70	-	2	4	12	-	-	
5	19	20	21	85	73	70	-	4	6	9	-	-	
6	19	20	22	80	73	70	-	4	6	10	-	-	
7	18	20	21	80	73	70	-	-	-	12	-	-	
8	19	24	20	80	53	58	-	2	-	10	-	-	
9	18	24	20	80	53	58	-	2	2	10	-	-	
10	18	24	20	80	52	76	-	2	4	12	-	-	
11	19	24	20	75	52	76	-	-	-	12	-	-	
12	19	24	20	75	53	76	-	-	-	10	-	-	
13	19	22	23	75	53	65	-	-	-	8	-	-	
14	19	21	23	75	53	65	-	2	4	8	-	-	
15	19	21	23	75	53	65	-	2	4	8	-	-	
16	19	21	23	75	52	65	-	-	-	6	-	-	
17	18	22	20	80	63	72	-	-	-	4	-	-	
18	18	22	20	80	63	72	-	4	8	10	-	-	
19	18	20	19	80	70	72	2	4	8	10	-	-	
20	18	22	20	75	52	72	-	-	-	12	-	-	
21	18	22	20	75	52	71	-	-	-	10	-	-	
22	18	21	19	75	53	71	-	-	-	10	-	-	
23	18	20	19	75	53	70	-	-	-	10	-	-	
24	18	22	20	77	54	70	-	-	-	10	-	-	
25	18	21	20	70	54	70	2	4	6	12	-	-	
26	18	21	20	70	54	70	2	4	8	9	-	-	
27	19	21	20	70	54	70	-	2	4	9	-	-	
28	19	20	21	76	55	70	6	2	4	9	-	-	
29	18	20	21	75	54	70	-	2	4	9	-	-	
30	18	20											

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA
PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

ANEXO NO. 3

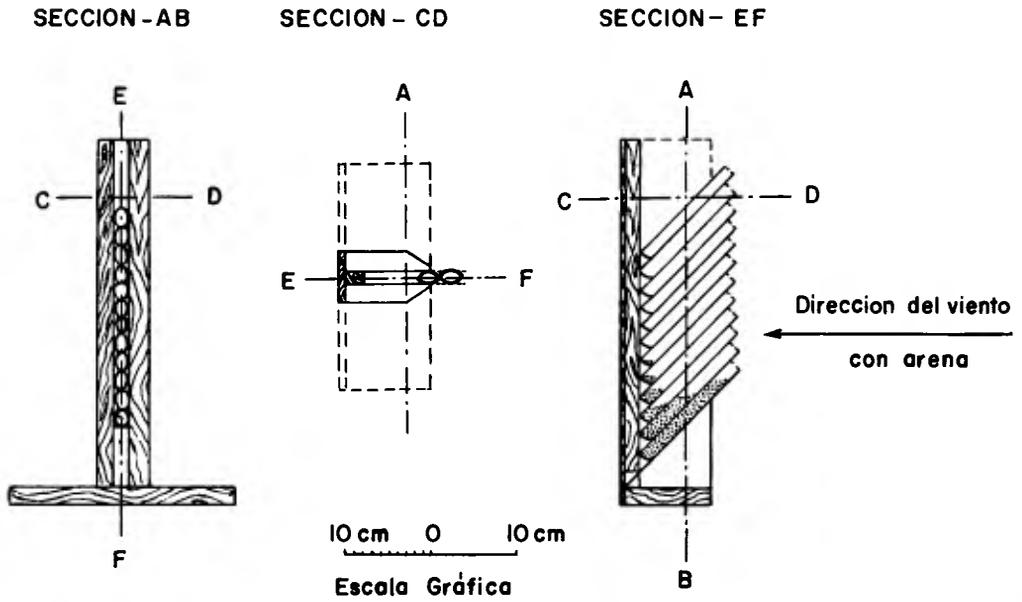


Fig. 1



Foto No. 1. Arenómetro EZ o de Zocalo puesto en estacion. En la Playa de Santa Rosa.

COASTAL ENGINEERING

ANEXO NO. 3

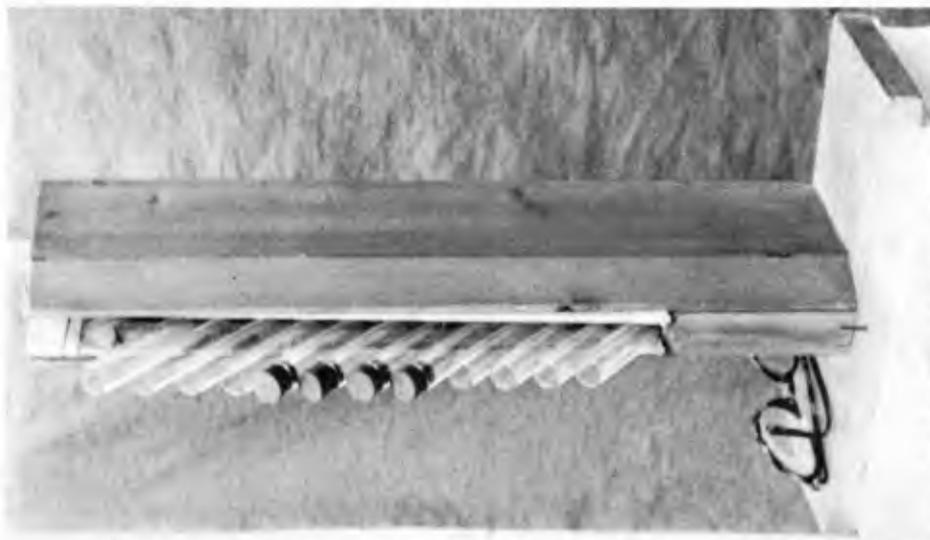


Foto No. 2. Arenómetro BZ o de Zócalo para experiencia.



Foto No. 3. Arenómetro BH o de altura en estación.

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

ANEXO NO. 4

Mensuras individuales con arenómetros "BZ" O Broggi de Zocalo

EXPERIMENTO I

a.- LUGAR: Playa de Santa Rosa, punto A del plano al 20.000 de Anexo No. 1
 b.- FECHA: (14-1-58) Catorce de Enero de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN CALLAO (1)	Pleamar		Bajamar	
	Hora	Alt. pife	Hora	Alt. pife
	0012	2.4	0711	0.5
	1413	2.9	2013	1.5

d.- DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA MOJADA DE ALTA MAREA U OLEAJE (2) DEL DIA EN LA PLAYA: 10 m.

e.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO REGIONAL MEDIDA CON ARENOMETRO A 1.6 M (Vertical) SOBRE EL SUELO: 4.7 m/s (metros por segundo)

f.- MEDIDAS DE ARENA CON EL ARENOMETRO:

TUBO No	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO (3)
1	1724	1754	404	64.53	4.00
2	"	"	140	22.37	6.12
3	"	"	50		8.24
4	"	"	18		10.36
5	"	"	7		12.48
6	"	"	2		14.61
7	"	"	1		16.73
8	"	"	1		18.85
9	"	"	1		20.97
10	"	"	1		23.09
11	"	"	-		25.21
12	"	"	-		27.33
			626	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS: 626 mg

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION: 30 minutos

- (1) - Tabla de mareas 1958, Servicio Hidrográfico del Ministerio de Marina, p. 92
 (2) - El nivel a que llegan las lenguas de agua en las playas, depende nfo de la amplitud del oleaje que de las mareas.
 (3) - Diámetro interior de cada tubo de prueba: 13 mm, y exterior: 15 mm, longitud: 148 mm.

EXPERIMENTO III

a.- LUGAR: Playa de Santa Rosa, punto A del plano el 20.000 de Anexo No 1
 b.- FECHA: (20-2-58) Veinte de Febrero de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN CALLAO	Pleamar		Bajamar	
	Hora	Alt. pife	Hora	Alt. pife
	0654	2.5	0115	0.9
	1920	3.0	1251	0.8

d.- DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA MOJADA DE ALTA MAREA U OLEAJE DEL DIA EN LA PLAYA: 30 M.

e.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO REGIONAL MEDIDA CON EL ARENOMETRO A 1.6 M (Vertical) SOBRE EL SUELO: 5 m/s (metros por segundo).

f.- MEDIDAS DE ARENA CON EL ARENOMETRO

TUBO No	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1420	1615	32.384	65.07	0.00
2	"	"	12.970	25.26	2.12
3	"	"	3.761		4.24
4	"	"	1.621		6.36
5	"	"	394		8.48
6	"	"	124		10.61
7	"	"	61.		12.73
8	"	"	19.		14.85
9	"	"	6		16.97
10	"	"	3		19.09
11	"	"	-		21.21
			51.345	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS: 51.345

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION: 115 minutos

Nota: En este mismo día, de 1650 a 1700 hubo un viento de 4.7 m/s e 0.9 M (de altura) Se introdujo verticalmente en la arena al lado del instrumento un tubo de prueba sellado cuya boca sobresalía adio un 1 cm del nivel del suelo y en media hora se recogió 21.285 g mg. cifra superior a la obtenida del tubo No. 1 en relación al tiempo que antes estuvieron expuestos lo que expresa que éste tubo recogió la arena arrastrada y rotante. Esto se pudo comprobar porque el poco tiempo de estar expuesto, la arena del suelo se acumulaba y subía de nivel hasta caer directamente al llegar por arrastre y rotación.

EXPERIMENTO II

a.- LUGAR: Playa de Santa Rosa, punto A del plano el 20.000 de Anexo No.1
 b.- FECHA: (20-1-58) Veinte de Enero de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN CALLAO (1)	Pleamar		Bajamar	
	Hora	Alt. pife	Hora	Alt. pife
	0954	2.2	0046	1.0
	1949	3.4	1155	0.3

d.- DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA MOJADA DE ALTA MAREA U OLEAJE DEL DIA EN LA PLAYA: 10 m.

e.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO REGIONAL MEDIDA CON EL ARENOMETRO A 1.6 M (Vertical) SOBRE EL SUELO: 4 m/s (metros por segundo)

f.- MEDIDAS DE ARENA CON EL ARENOMETRO:

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO (2)
1	1938	1818	35	61.40	6.00
2	"	"	15	26.32	8.12
3	"	"	5		10.24
4	"	"	1		12.36
5	"	"	1		14.48
			57	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS: 57

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION: 20 minutos

(1) - Tomado de la Tabla de Mareas - p. 92 correspondiente al Callao, del Servicio Hidrográfico del Ministerio de Marina del Perú.

(2) - Diámetro interior de cada tubo de prueba 13 mm, y exterior 15 mm; longitud 148 mm.

EXPERIMENTO IV

a.- LUGAR: Playa de Santa Rosa, punto A del plano el 20.000 No 1
 b.- FECHA: (21-2-58) Veintuno de Febrero de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN CALLAO (1)	Pleamar		Bajamar	
	Hora	Alt. pife	Hora	Alt. pife
	0727	2.4	0143	0.9
	1943	2.8	1323	0.9

d.- DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA MOJADA DE ALTA MAREA U OLEAJE DEL DIA EN LA PLAYA: 10 m

e.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO (no se midió) (2)

f.- MEDIDAS DE ARENA CON EL ARENOMETRO

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1420	1620	7.923	70.54	0.00
2	"	"	1.665	14.81	2.12
3	"	"	987		4.24
4	"	"	182		6.36
5	"	"	115		8.48
6	"	"	77		10.61
7	"	"	74.		12.73
8	"	"	44		14.85
9	"	"	49		16.97
10	"	"	36		19.09
11	"	"	33		21.21
12	"	"	30		23.33
13	"	"	19		25.45
			11.232	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS: 11.232

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION: 240 minutos

- (1) Por la marea y el oleaje las lenguas de agua en la playa llegaron e las 1420 hasta 3 m de la gradería o escala de concreto que baja a la playa
 (2) Había viento poco intenso pero con ráfagas fuertes

COASTAL ENGINEERING

ANEXO NO. 4

EXPERIMENTO V

a - LUGAR: Playa de Santa Rosa

b - FECHA: (5-3-58) Cinco de Marzo de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN
CALLAO

Pleamar		Bajamar	
Hora	Alt. piés	Hora	Alt. piés
0506	2.8	1111	0.3
1740	3.5	0000	0.0

d - DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA MOJADA DE ALTA MAREA U OLEAJE DE LA PLAYA EN EL DIA 10 m

e - VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 18 cm SOBRE EL SUELO 3 m/s

f.- MEDIDAS CON EL ARENOMETRO

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1048	1650	1.0	59	0.00
2	"	"	0.4	24.	2.12
3	"	"	0.2	4.24	6.36
4	"	"	0.1	17.	6.36
5	"	"	Trasas		
6	"	"	"		
7	"	"	"		
8	"	"	"		
9	"	"	"		
10	"	"	nada		
11	"	"	"		
12	"	"	"		
			1.7	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS 1.7

TIEMPO TOTAL DE CONSERVACION 0602

EXPERIMENTO VI

a - LUGAR: Playa de Santa Rosa, punto A del plano al 20,000 de Anexo 1

b.- FECHA: (17.3 58) Diecisiete de Marzo de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN
CALLAO

Pleamar		Bajamar	
Hora	Alt. piés	Hora	Alt. piés
0421	2.4	1016	0.8
1046	3.1	2312	0.9

d - DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA MOJADA DE ALTA MAREA U OLEAJE DEL DIA EN LA PLAYA 10 m.

e - VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO REGIONAL MEDIDA CON ARENOMETRO A 1.6 m. (Vertical) SOBRE EL SUELO: SUAVE Y UNIFORME (sin ráfaga)

f.- MEDIDAS CON EL ARENOMETRO

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1705	1810	276.	67.15	0.00
2	"	"	96	23.36	2.12
3	"	"	28.		4.24
4	"	"	8.		6.36
5	"	"	2		8.48
6	"	"	1	9.49	10.61
			411	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS 411

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION: 45 minutos

OBSERVACIONES - Fuerte humedad y formación de costra salina dura sobre la superficie de la arena, que la cementa e impide su migración.

EXPERIMENTO VII

a - LUGAR: Playa de Santa Rosa, punto A del plano al 20 000 de Anexo No. 1

b.- FECHA: (5-4-58) Cinco de Abril de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN
CALLAO

Pleamar		Bajamar	
Hora	Alt. piés	Hora	Alt. piés
0632	3.5	0009	0.2
1835	3.1	1244	0.6

d.- DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA MOJADA U OLEAJE DEL DIA EN LA PLAYA: 20 m

e.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO REGIONAL MEDIDA CON EL ARENOMETRO A 1.6 M (Vertical) SOBRE EL SUELO 6.27 m/s

f.- MEDIDAS CON EL ARENOMETRO

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1230	1830	18,632.	50.73	4.00
2	"	"	8,640.	23.54	6.12
3	"	"	3,960	8.24	8.24
4	"	"	2,080	10.36	10.36
5	"	"	1,117.	12.48	12.48
6	"	"	663	14.61	14.61
7	"	"	440.	16.73	16.73
8	"	"	345.	18.85	18.85
9	"	"	278	20.97	20.97
10	"	"	227	23.09	23.09
11	"	"	188.	25.21	25.21
12	"	"	145.	27.33	27.33
			36,731	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS 36,731

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION 360 minutos

EXPERIMENTO VIII

a - LUGAR: Playa de Santa Rosa, punto A del plano al 20,000 de Anexo No. 1

b.- FECHA: (17-4-58) Diecisiete de Abril de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN
CALLAO

Pleamar		Bajamar	
Hora	Alt. piés	Hora	Alt. piés
0511	2.8	1112	1.1
1701	2.7	2320	0.7

d - DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA MOJADA DE ALTA MAREA U OLEAJE DEL DIA EN LA PLAYA 10 m

e.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO REGIONAL MEDIDA CON EL ARENOMETRO A 1.6 M (Vertical) SOBRE EL SUELO no se tomó

f.- MEDIDAS CON EL ARENOMETRO

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1104	1134	25,303	64.58	0.00
2	"	"	9,530.	24.32	2.12
3	"	"	2,931	4.24	4.24
4	"	"	989	6.36	6.36
5	"	"	315.	8.48	8.48
6	"	"	111.	10.61	10.61
7	"	"	911	56.05	12.73
8	"	"	430.	24.32	14.85
9	"	"	192	16.97	16.97
10	"	"	87	19.09	19.09
11	"	"	45	21.21	21.21
12	"	"	22	40.948	
			39,180	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS 40,948

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION

a - del tubo No. 1 al No 6 30 minutos

b - " " " 7 " " 12 431 minutos

Nota - Se taparon los tubos 1 al 6 a las 30 minutos porque habían recibido mucha arena y se tenía que las ráfagas extrañasen la depositada

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

ANEXO NO. 5

Mensuras con 2, 3, y 4 Arenómetros BZ Experimento I

EXPERIENCIAS CON TRES ARENOMETROS DE ZOCALO O BE EN FRENTE PARALELO A LA PLAYA Y DISTANCIADOS 30. m UNO DE OTRO

a.- LUGAR: Playa de Santa Rosa, punto A-N del plano al 20,000

b.- FECHA: (26-2-56) Veintiseis de Febrero de 1956

c.- DATOS DE MAREAS EN

CALLAO	Pleamar		Bajamar	
	Hora	Alt. piés	Hora	Alt. piés
	1126	2.5	0409	1.1
	2151	2.0	1727	1.8

d.- DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA ROJADA DE ALTA MAREA EN EL DIA EN LA PLAYA: 10 m.

a.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 1.6 m: 4 m/s

ARENOMETRO No. 1

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO cm
1	1750	1850	6,462.8	65.95	0.00
2	"	"	2,496.6	25.47	2.12
3	"	"	481.5		4.24
4	"	"	241.0		6.36
5	"	"	80.0		8.48
6	"	"	25.6		10.61
7	"	"	9.6		12.73
8	"	"	5.5		14.85
9	"	"	1.0		16.97
10	"	"	0.4		19.09
11	"	"	0.4		21.21
12	"	"	Trasas	8.58	
			9,801.4	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS: 9,801.4

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION: 60 minutos

ARENOMETRO No. 2

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO cm
1	1754	1854	5,215.6	70.94	0.00
2	"	"	925.8	23.79	2.12
3	"	"	269.0		4.24
4	"	"	84.9		6.36
5	"	"	28.5		8.48
6	"	"	9.6		10.61
7	"	"	tr.		
8	1754	1854	tr.		
9	"	"	"		
10	"	"	"		
11	"	"	"		
12	"	"	"	5.27	
			4,535.0	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA EN MILIGRAMOS: 4,535.0

TIEMPO DE OBSERVACION: 60 minutos

ARENOMETRO No. 3

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO cm
1	1754	1850	5,651.3	69.06	0.00
2	"	"	1,805.1	22.20	2.12
3	"	"	400.0		4.24
4	"	"	197.6		6.36
5	"	"	72.5		8.48
6	"	"	26.1		10.61
7	"	"	10.7		12.73
8	"	"	4.5		14.85
9	"	"	1.5		16.97
10	"	"	0.9		19.09
11	"	"	Trasas	8.74	
12	"	"	8,166.0	100.00	

PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS: 8,166.0

TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION: 60 minutos

OBSERVACIONES. - Durante el tiempo que duró la experiencia notamos la existencia de varias ráfagas veloces que transportan la arena flotante en dirección paralela a la playa o sea de dirección SE en vez de la SW que era la dominante horas antes. Esta arena avanzaba en forma de grandes blancos fáciles de distinguir y las ráfagas que la transportaban variaban de intensidad y duración. Por la posición del muro de concreto que delimita el malecón en algunos sitios, la arena lo transportaba y en la escalinata de acceso a la playa se observó marcada acumulación provocada por ser allí el paso más bajo en su migración continental hacia al N. Como las ráfagas duraban algunos segundos, durante ellas la arena en suspensión se extendía en toda la longitud de la playa pareciendo venir en masa que cubrían sobre el malecón para su turbulencia avanzar de él la arena se saca y levantan hasta algunos metros. Pasadas las ráfagas disminuía en intensidad para irse al suelo para unirse a la que estaba obligada a realizar saltos más largos.

Experimento II

EXPERIENCIA CON TRES ARENOMETROS BE EN 250. m PARALELOS A LA PLAYA

a.- LUGAR: Playa de Santa Rosa

b.- FECHA: (26-3-56) Veintiocho de Marzo de 1956

c.- DATOS DE MAREAS

Pleamar	Bajamar	
	Hora	Alt. piés
1152	2.6	0406
2504	1.8	1908

d.- DISTANCIA DEL ARENOMETRO A LA LINEA ROJADA DE OLAJE O DE ALTA MAREA AL INICIO: 20 m.

a.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 1.6 m: de 5 m/s a las 1750 CON RAPAGAS

ARENOMETRO No. 1

Colocado 100 m al Norte del No. 2 y coincidiendo con Punto A de Lem. 1 Anexo 1

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO cm
1	1250	1851	24,506	51.60	0.00
2	"	"	14,409	30.64	2.12
3	"	"	5,329		4.24
4	"	"	1,948.		6.36
5	"	"	676.		8.48
6	"	"	246.		10.61
7	"	"	77.		12.73
8	"	"	25.		14.85
9	"	"	8.		16.97
10	"	"	3.	17.68	
			47,027	100.00	

ARENOMETRO No. 2

Colocado (100 m al Sur) del No. 1

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO cm
1	1215	1813	6,487.	64.03	0.00
2	"	"	2,268.	22.39	2.12
3	"	"	794.		4.14
4	"	"	511.		6.36
5	"	"	126.		8.48
6	"	"	73.		10.61
7	1215	1813	32.		12.73
8	"	"	28.		14.85
9	"	"	9.		16.97
10	"	"	3.	15.58	
			10,131	100.00	

ARENOMETRO No. 3

Colocado al sur de la playa y cerca del cerro.

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO cm
1	1205	1825	8,689.	65.70	0.00
2	"	"	2,815.	21.20	2.12
3	"	"	897.		4.24
4	"	"	527.		6.36
5	"	"	127.		8.48
6	"	"	127.		10.61
7	"	"	92.		12.73
8	"	"	62.		14.85
9	"	"	51.		16.97
10	"	"	32.		19.09
11	"	"	7.	13.02	
			15,226.	100.00	

EL EXPERIMENTO II

ARENOMETRO	PESO TOTAL DE ARENA RECOGIDA EN MILIGRAMOS	TIEMPO TOTAL DE OBSERVACION
I	47,027 mg	361'
II	10,131 "	358'
III	15,226 "	378'

COASTAL ENGINEERING

ANEXO NO. 5

Experimento No. III

EXPERIENCIA CON CUATRO BZ PARALELOS A LA PLAYA Y A PARTIR DE LA ESCALINATA AL SUR, DISTANCIADOS 30.m UNO DE OTRO

a.- LUGAR: Playa de Santa Rosa

b.- FECHA. (9-4-58) Nueve de Abril de 1958

c.- DATOS DE MAREAS EN CALLAO

Pleamar		Bajamar	
Hora	Alt. piés	Hora	Alt. piés
1022	3.1	0316	0.7
2214	2.0	1713	1.5

d.- DISTANCIA DE LOS ARENOMETROS A LA LINEA HUMEDA DE OLEAJE O DE ALTA MAREA AL INICIO: 15 m.

e.- VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 0.15 m; 4.54 m/seg. a las 1525

ARENOMETRO No. 1

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1455	1809	2,236.	72.11	0.00
2	"	"	588.	18.96	2.12
3	"	"	188.		4.24
4	"	"	60.		6.36
5	"	"	20.		8.48
6	"	"	7.		10.61
7	"	"	2.		
Peso total en mg.			3,101.	100.00	

ARENOMETRO No. 2

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1500	1807	5,433.	65.18	0.00
2	"	"	1,908.	22.89	2.12
3	"	"	669.		4.24
4	"	"	195.		6.36
5	"	"	56.		8.48
6	"	"	16.		10.61
7	"	"	6.		12.73
8	"	"	2.		14.85
Peso total en mg			8,335.	100.00	

ARENOMETRO No. 3

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1505	1805	2,217.	72.14	0.00
2	"	"	609.	19.82	2.12
3	"	"	176.		4.24
4	"	"	52.		6.36
5	"	"	14.		8.48
6	"	"	4.		10.61
7	"	"	1.		12.73
Peso total en mg.			3,075.	100.00	

ARENOMETRO No. 4

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR EL VIENTO	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO.
1	1510	1800	3,686	64.88	0.00
2	"	"	1,262.	22.22	2.12
3	"	"	472.		4.24
4	"	"	176.		6.36
5	"	"	58.		8.48
6	"	"	19.		10.61
7	"	"	6.		12.73
8	"	"	2.		14.85
Peso total en mg.			5,681.	100.00	

MEDICIONES DE ARENA EOLICA EXTRAIDA DE LA PLAYA DE SANTA ROSA POR DEFLACION

ANEXO NO. 5

Experimento IV

EXPERIENCIA CON DOS EZ A 20 y 70, m DEL EXTREMO SUR DE LA ESCALINATA

a - LUGAR: Playa Santa Rosa

b - FECHA (10-4-58) Diez de Abril de 1958

c - DATOS DE MAREAS EN
 PLEAMAR Bajamar
 Hora Alt. piés Hora Alt. piés
 1136 3 0 0410 0 9
 2347 1 9 1846 1 3

d - DISTANCIA DE LOS ARENOMETROS A LA LINEA HUMEDA DEL OLEAJE O DE ALTA MAREA AL INICIO: 10 m

e - VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO e 1.6 m

ARENOMETRO No. 1 Colocado 20 m al S de la escalinata

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1530	1800	332	66.00	0.00
2	"	"	120.	23.86	2.12
3	"	"	42		4.24
4	"	"	-		6.36
5	"	"	5		8.48
6	"	"	2		10.61
7	"	"	1		12.73
8	"	"	-		14.85
9	"	"	1.	10.14	16.97
Peso total en mg			503.	100.00	

ARENOMETRO No. 2 Colocado 20 m al S de la escalinata

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1530	1800	2 917	58.74	0.00
2	"	"	1 288	25.94	2.12
3	"	"	497		4.24
4	"	"	172		6.36
5	"	"	61		8.48
6	"	"	19		10.61
7	"	"	7		12.73
8	"	"	3		14.85
9	"	"	1		16.97
10	"	"	-		19.09
Peso Total en mg			4 966	100.00	

Tiempo total de exposición 150 minutos

Experimento V

EXPERIENCIA CON DOS EZ UO A 20, m AL N, DE LA ESCALINATA Y OTRO 80, m AL SUR DE ELLA

a - LUGAR: Playa de Santa Rosa

b - FECHA (12-4-58) Doce de Abril de 1958

c - DATOS DE MAREAS EN
 PLEAMAR Bajamar
 Hora Alt. piés Hora Alt. piés
 0125 2 0 0701 1.2
 1356 2.9 2056 1.1

d. - DISTANCIA DE LOS ARENOMETROS A LA LINEA HUMEDA DE OLEAJE O DE ALTA MAREA AL INICIO: 10 m

e. - VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 1.6 m: 4.66 m/s con ráfagas fuertes

ARENOMETRO No. 1 Colocado 20 m al S, de la escalinata.

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1535	1805	33,822.	55.64	0.00
2	"	"	17,281.	28.40	2.12
3	"	"	5,323		4.24
4	"	"	2,906		6.36
5	"	"	598.		8.48
6	"	"	188.		10.61
7	"	"	61.		12.73
8	"	"	22.		14.85
9	"	"	8.		16.97
10	"	"	4.		19.09
11	"	"	2.		21.21
12	"	"	2.		23.33
Peso total en mg.			60,857.	100.00	

ARENOMETRO No. 2 Colocado 20 m al N.

TUBO No.	HORA Inicio	EXPOSICION Término	ARENA DEPOSITADA EN CADA TUBO POR VIENTO mg	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL %	ALTURA SOBRE EL SUELO DE LA TANGENTE INFERIOR A LA BOCA DEL TUBO
1	1530	1800	32,135	47.90	0.00
2	"	"	20,923.	31.18	2.12
3	"	"	8 626.		4.24
4	"	"	3 300.		6.36
5	"	"	1,255.		8.48
6	"	"	511.		10.61
7	"	"	194.		12.73
8	"	"	76.		14.85
9	"	"	37.		16.97
10	"	"	20.		19.09
11	"	"	10.		21.21
12	"	"	6.		23.33
Peso total en milig.			67,093.	100.00	

ANEXO NO. 6

Planos mostrando las áreas de captación

